ಪ್ರಸಾರಾಂಗ
ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ

ಡಾ|| ಎಲ್. ಸೀಬಯ್ಯ, ಡಿ. ಎಸ್‌ಸಿ.

18 ಸರ್ ಕೆ. ಪಿ. ಪುಟ್ಟಣ್ಣಚೆಟ್ಟರ ಪುದುವಟ್ಟಿನ ಮಾಲೆ

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

ಸರ್ ಕೆ. ಪಿ. ಪುಟ್ಟಣ್ಣಚೆಟ್ಟರ ಪುದುವಟ್ಟಿನ ಪ್ರಕಟನಮಾಲೆ—೧೮

ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ

ಡಾ॥ ಎಲ್. ಸೀಬಯ್ಯ, ಡಿ.ಎಸ್‌ಸಿ.

೧೯೮೦

ಮೊದಲನೆಯ ಮುದ್ರಣ: ೧೯೫೭
ಎರಡನೆಯ ಮುದ್ರಣ ೧೯೬೦
5000 ಪ್ರತಿಗಳು

ಬೆಲೆ: 25 ಪೈಸೆ.

ಪ್ರಕಾಶಕರು: ನಿರ್ದೇಶಕರು, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮೈಸೂರು-12

ಕವಿತೈಲ ಮುದ್ರಣಾಲಯ
ಮೈಸೂರು- ೧೨

ಮುನ್ನುಡಿ

ಸರ್ ಕೆ. ಪಿ. ಪುಟ್ಟಣ್ಣ ಚೆಟ್ಟಿರ ಪುದುವಟ್ಟಿನ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಇಲ್ಲಿಗೆ ಸುಮಾರು ೧೫ ವರ್ಷಗಳಾದುವು. ಅಂದಿನಿಂದ ಇಂದಿನವರೆಗೆ ೧೮ ಪುಸ್ತಿಕೆಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ. ಅವುಗಳ ಅಗ್ಗದ ಬೆಲೆ ಮತ್ತು ಅಗ್ಗಳವಾದ ವಿಷಯ ಇವುಗಳಿಂದಾಗಿ ಅವು ತುಂಬ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿವೆ. ಈಗಾಗಲೆ ಒಂದೆರಡು ಮುದ್ರಣಗಳ ಸಾವಿರಾರು ಪ್ರತಿಗಳು ಮಾರಾಟವಾಗಿರುವುದೂ, ಅಚ್ಚುಕೂಟದಿಂದ ಬಂದ ತರುಣದಲ್ಲಿಯೆ ಸಾವಿರಾರು ಪ್ರತಿಗಳು ಮಾರಾಟವಾಗುವುದೂ ಅವುಗಳ ಜನಪ್ರಿಯತೆಗೆ ಸಾಕ್ಷಿ.

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ವ್ಯಾವಹಾರಿಕ ವಿಷಯಗಳ ತಿಳಿವು ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನರಲ್ಲಿ ಹರಡಲನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಸರಳವೂ ಸುಲಭಗ್ರಾಹ್ಯವೂ ಆದ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಪುಸ್ತಿಕೆಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿಸುವುದು ಈ ಮಾಲೆಯ ಉದ್ದೇಶ. ಈಗ ಈ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ಪುಸ್ತಿಕೆಗಳೆಲ್ಲ ಅಂಥವೇ. ಇಂಥ ಪುಸ್ತಿಕೆಗಳ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಹಿಂದೆ ಇದ್ದುದಕ್ಕಿಂತ ಇಂದು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ಸಾಮಾನ್ಯನೂ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ, ವಿಮಾನ, ಬಾಂಬು, ರೇಡಿಯೊ ಮೊದಲಾದ ಶಕ್ತಿವಿಶೇಷಗಳನ್ನೂ ವಸ್ತುವಿಶೇಷಗಳನ್ನೂ ಪ್ರತಿನಿತ್ಯವೂ ನೋಡುತ್ತಿರುತ್ತಾನೆ; ಅವನ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಅನೇಕ ವಿಚಿತ್ರ ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ಘಟನೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತವೆ; ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಯೋಗಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅವನ ಜೀವನ ದಿನೇ ದಿನೇ ಹೊಸತಾಗುತ್ತಿದೆ, 'ನಾಗರಿಕ'ವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿ ವಿಶೇಷ ವಸ್ತುವಿಶೇಷಗಳ, ವಿಚಿತ್ರ ಘಟನೆಗಳ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳ, ನಾಗರಿಕ

ಜೀವನದ ಕಡೆಗೆ ಅವನ ಕುತೂಹಲ ದೃಷ್ಟಿ ಸಹಜವಾಗಿ ಅರಳು ತ್ತದೆ. ಅವು ಅವನಿಗೆ ಕೇವಲ ರಹಸ್ಯದ ಗಂಟಾಗುಳಿಯದೆ ಅವನ ತಿಳಿವಿಗೆ ನಿಲುಕುವಂತೆ ಬೋಧಿಸುವುದು ತಿಳಿದವರ ಕರ್ತವ್ಯ.

ಇಂಥ ತಿಳಿವು ಹರಡಲನುಕೂಲವಾಗಲು ಶ್ರೀಮಂತರ ಧನ ಸಹಾಯವೂ ಒದಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಗ್ರಂಥಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿಸಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿ ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಜನರಲ್ಲಿ ಹಂಚುವುದು ಪುಣ್ಯ ಕಾರ್ಯವೆಂದು ಹಿಂದಿನವರು ಭಾವಿಸಿದ್ದರು. ಈ ಉದ್ದೇಶದಿಂದಲೆ ಸರ್ ಕೆ. ಪಿ. ಪುಟ್ಟಣ್ಣ ಚೆಟ್ಟರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಕ್ಕೊಂದು ದತ್ತಿಯನ್ನೊದಗಿಸಿಕೊಟ್ಟು ಈ ಮಾಲೆಯ ಬೆಳೆವಣಿಗೆಗೆ ಮಹ ದುಪಕಾರ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

"ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ"ಯ ಲೇಖಕರನ್ನು ಕನ್ನಡಿಗರಿಗೆ ಹೊಸದಾಗಿ ಪರಿಚಯಮಾಡಿಕೊಡಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಡಾ॥ ಎಲ್. ಶೀಬಯ್ಯನವರು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಪಾರಂಗತರು. ಎಂಥ ಕಷ್ಟವೂ ಗಹನವೂ ಆದ ವಿಷಯಗಳನ್ನೇ ಆಗಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಲಲಿತವಾಗಿ ಸರಳವಾಗಿ ಸರ್ವರಿಗೂ ಗ್ರಾಹ್ಯವಾಗುವಂತೆ ನಿರ್ದುಷ್ಟವಾಗಿ ನಿಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಹೇಳಬಲ್ಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಅವರಿಗೆ ವಶವಾಗಿದೆ. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮೂಲಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಲೀಲಾಜಾಲವಾಗಿ ಬೋಧಿ ಸುವಂತೆಯೆ ಕನ್ನಡದ ಮೂಲಕವೂ ಬೋಧಿಸಬಹುದೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಅವರ ಭಾಷಣಗಳೂ ಲೇಖನಗಳೂ ಪುಸ್ತಕಗಳೂ ಸಾಕ್ಷಿಯಾಗಿವೆ. ಅವರ ಲೇಖನಿಯಿಂದ ಇಂಥ ಇನ್ನೂ ಹಲವಾರು ಕೃತಿಗಳು ಹೊರ ಹೊಮ್ಮಲೆಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ.

ಮೈಸೂರು ಕೆ. ವಿ. ಪುಟ್ಟಪ್ಪ

೬-೧೧-೧೯೫೬ ಕುಲಪತಿಗಳು

ಅರಿಕೆ

ಈಗ ತಾನೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿರುವ ಪರಮಾಣುಯುಗಕ್ಕೆ ಈ ಪುಟ್ಟ ಪುಸ್ತಕವೇ ಒಂದು ಮುನ್ನುಡಿ ಎಂದು ನನ್ನ ಭಾವನೆ. ಎರಡನೆ ಮಹಾಯುದ್ಧಕಾಲದಲ್ಲಿ ಉದಯಿಸಿದ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಳಯ ಭೀಕರತೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ ನೀಡದೆ, ಇಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ತನ್ನ ಧೀಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಆ ರುದ್ರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮಾನವನ ಕಲ್ಯಾಣಕ್ಕಾಗಿ ಅಳವಡಿಸುತ್ತಿರುವನು. ಭಾರತದಲ್ಲೂ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯವಸ್ತು (radio-active substance) ಗಳ ಶೋಧನೆ, ಸಂಗ್ರಹಣ, ಶುದ್ಧೀಕರಣ ಕಾರ್ಯಗಳು ರಭಸದಿಂದ ಸಾಗುತ್ತಿವೆ. ಭಾರತದ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಪರಮಾಣು ಪೈಲ್ (atomic pile) ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಟ್ರಾಂಬೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡ ಲಾರಂಭಿಸಿದೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಆಂಗ್ಲಭಾಷೆಯ ಅರಿವಿಲ್ಲದ ಕನ್ನಡಿಗರಿಗೆ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯ ವೈಚಿತ್ರ್ಯವೂ, ಮಹತ್ವವೂ, ವ್ಯಾಪಕತ್ವವೂ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ತಿಳಿಸಬೇಕೆಂಬ ಆಶೆಯಿಂದ, ಹೆಚ್ಚು ತಾಂತ್ರಿಕ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ತಂದೊಡ್ಡದೆ, ಈ ಪುಸ್ತಕ ವನ್ನು ಅವರ ಕೈಯಲ್ಲಿಡುತ್ತಿದ್ದೇನೆ.

ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬರೆಯಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ, ಓದುಗರ ಕೈಸೇರುವ ವೇಳೆಗೆ ಉರುಳಿರುವ ಅನಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವಿಜ್ಞಾನದ ಮುನ್ನೋಟ ಸಾಗುತ್ತಲೇ ಇತ್ತು; ಈಗಲೂ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ತಂಡೋಪತಂಡವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇವೆ–ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಜ್ಞಾನ ದಾಹಕ್ಕೆ ಎಲ್ಲೆಯಿಲ್ಲ. ಇಷ್ಟಾದರೂ ಪರಮಾಣುಬಾಂಬಿಗೆ (atomic bomb) ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಲವಾರು ವಿಚಾರಗಳು ಪ್ರಕಟ

ವಾಗದೆ ಗುಟ್ಟಾಗಿಯೇ ನಿಂತಿವೆ. ಆದಕಾರಣ ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಪುನರುಕ್ತಿಯೂ, ಅಪೂರ್ಣತೆಯೂ ಎದ್ದು ಕಾಣುವುವು. ಆದರೆ ಸಹೃದಯರಾದ ಓದುಗರಿಗೆ ಪರಮಾಣುಯುಗದ ಆಗುಹೋಗು ಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಸಾಕಷ್ಟು ವಿವರಣೆ ಒದಗಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬರೆಯುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ನನಗೆ ನೆರವಿತ್ತ ನನ್ನ ಮಿತ್ರರನ್ನು ನೆನೆಯುವುದು ನನ್ನ ಕರ್ತವ್ಯ; ಶ್ರೀ ಕೆ. ಶೇಷಾದ್ರಿ ಐಯ್ಯಂಗಾರ್ ಅವರಿಗೂ ಶ್ರೀ ಬಿ. ಎ. ಕೃಷ್ಣಸ್ವಾಮಿರಾವ್ ಅವ ರಿಗೂ ನನ್ನ ಧನ್ಯವಾದಗಳು.

ಎಲ್. ಸೀಬಯ್ಯ

ವಿಷಯಾನುಕ್ರಮಣಿಕೆ

ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ದೊರಕಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು

ನಾವು ಯಾವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಮಾಡಬೇಕಾದರೂ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಯುಕ್ತಿಗಳು ಬೇಕು ಎಂಬುದು ಅನುಭವಸಿದ್ಧವಾದುದು. ಶಕ್ತಿ ಎಂದರೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ; ಯುಕ್ತಿ ಎಂದರೆ ಅಲ್ಪ ಬಲ ದಿಂದ ಬಹಳ ಬಲ ಬೇಕಾದ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಮಾಡುವಿಕೆ. ಬಹಳ ಭಾರವಾದ ಕಲ್ಲನ್ನು ಎತ್ತಲು ಮಗುವಿನಿಂದ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ ; ಮಗುವಿ ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಮನುಷ್ಯನು ಕಲ್ಲನ್ನು ಎತ್ತಲು ಸಾಧ್ಯ. ಹಾಗೆಯೇ ಕಲ್ಲನ್ನು ಕೈಯಿಂದ ಎತ್ತುವ ಬದಲು ಗಡಾರಿಯಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ಎತ್ತಬಹುದು. ಹತ್ತು ಜನರು ಮಾಡುವ ಕೆಲಸ ವನ್ನು ಒಂದು ಯಂತ್ರವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಅಲ್ಪ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮಾಡು ವುದು. ಯಂತ್ರವು ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು ಅದಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಬೇಕು. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಿಂದ ಬಟ್ಟೆಯನ್ನು ನೇಯುವ ಯಂತ್ರಗಳು ಗಿರಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುವು; ಪೆಟ್ರೋಲ್ ಎಣ್ಣೆ ಯಿಂದ ಉಂಟಾದ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಮೋಟಾರ್‌ಗಳು ಓಡುವುವು ; ನೀರಿನ ಆವಿಯ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ರೈಲುಗಾಡಿಗಳು ಓಡಾಡುವುವು. ಹೀಗೆ ನಾನಾವಿಧಗಳಿಂದ ಬರುವ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ನಾನಾರೀತಿಯ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಜನಜೀವನವು ಸುಗಮವಾಗಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರುವುದು.

ಮಾನವನ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಮೊದಲು ನಿತ್ಯಜೀವನಕ್ಕೆ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದ ಶಕ್ತಿ ಎಂದರೆ ಬೆಂಕಿಯ ಶಕ್ತಿಯೇ. ಎರಡು ಒಣಗಿದ ಕಡ್ಡಿಗಳನ್ನು ಉಜ್ಜಿದರೆ ಬೆಂಕಿಯುಂಟಾಗುವುದೆಂದೂ, ಅದರಿಂದ ಆಹಾರವನ್ನು ಬೇಯಿಸಲೂ, ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ಬೆಚ್ಚಗಿರಲೂ ಅನು

ಕೂಲವಾಗುವುದೆಂದೂ ಬಹಳ ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಮನು ಷ್ಯನು ಕಂಡುಕೊಂಡಿದ್ದನು. ಉತ್ತರೋತ್ತರದಲ್ಲಿ ಬೆಂಕಿಯ ಶಕ್ತಿ ಯನ್ನು ಶತ್ರುಗಳ ಕೋಟೆಕೊತ್ತಲಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡಲೂ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂದೂ ತಿಳಿದನು. ಬೆಂಕಿಯ ಶಕ್ತಿಯೇ ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೨ನೇ ಶತಮಾನದವರೆಗೂ ಮಾನವನ ನಿತ್ಯ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿತ್ತು.

ಬೆಂಕಿಯಿಂದ ಬರುವ ಶಕ್ತಿ ರಾಸಾಯನಿಕಶಕ್ತಿ ಅಂದರೆ ಕಟ್ಟಿಗೆಗೂ, ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಅನಿಲಗಳಿಗೂ ಸಂಬಂಧ ಉಂಟಾ ದಾಗ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಶಕ್ತಿ. ಬೆಂಕಿಯ ಶಕ್ತಿಯಂತೆ ಗಾಳಿಯ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಉಪಯೋಗ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದ ಜನರು ಅರಿತಿದ್ದರು. ಗಾಳಿಯು ವೇಗವಾಗಿ ಬೀಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ವೇಗಶಕ್ತಿ ಅಥವಾ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಇರು ವುದು. ಈ ಚಲನಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಹಡಗುಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲು ಸಾಧ್ಯ ವೆಂದು ಜನರಿಗೆ ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದ ಹಡಗುಗಳು ಸ್ವಾಭಾ ವಿಕವಾಗಿ ಯುಕ್ತ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಬೀಸುವ ಗಾಳಿಗಳ ಸಹಾಯ ದಿಂದ ದೇಶ ದೇಶಗಳಿಗೆ ಸಂಚಾರ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದುವು. ಈಶಾನ್ಯ ದಿಂದಲೂ, ಆಗ್ನೇಯದಿಂದಲೂ ಭೂಮಧ್ಯರೇಖೆಯ ಕಡೆ ನಿರಂತರ ವಾದ ಮಾರುತಗಳು ಬೀಸುವುವು. ಈ ಮಾರುತಗಳು ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದ ಹಡಗುಗಳ ಸಂಚಾರಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲವಾಗಿದ್ದುದರಿಂದ ಅಂತರ್ದೇಶೀಯ ವಾಣಿಜ್ಯಕ್ಕೆ ಅವಕಾಶವಿರುತ್ತಿತ್ತು. ಆದುದರಿಂದ ಅವುಗಳಿಗೆ ವಾಣಿಜ್ಯಸಹಾಯಕ ಮಾರುತಗಳೆಂದು ಹೆಸರಿತ್ತು.

ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೩ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ರೋಜರ್ ಬೇಕನ್ ಎಂಬು ವನು ಪಟ್ಲುಪ್ಪು, ಇದ್ದಲು ಮತ್ತು ಗಂಧಕಗಳ ಮಿಶ್ರಣಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಬೆಂಕಿಯನ್ನು ತೋರಿಸಿದರೆ ಅಲ್ಪ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾದ ಶಕ್ತಿಯು

ಕೊರಸೂಸುವುದು ಎಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಈ ಮಿಶ್ರಣವೇ 'ಗನ್‌ಪೌಡರ್' (ತುಪಾಕಿ ಮದ್ದು) ಎಂಬುದು. ಇದರಿಂದ ಉಂಟಾದ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಗುಂಡುಹಾರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಕಂಡು ಬಂದು ಬಂದೂಕು, ಪಿಸ್ತೂಲು, ಫಿರಂಗಿ ಮುಂತಾದ ಆಯುಧಗಳ ನಿರ್ಮಾಣ ಕಾರ್ಯವು ಜರುಗಿತು. ಈ ರೀತಿ ನಡೆಯುವ ಸ್ವಭಾವ ವುಳ್ಳ ಮಿಶ್ರಣಕ್ಕೆ ಸ್ಫೋಟಕವಸ್ತುವೆಂದು ಹೆಸರು. ಸ್ಫೋಟಕ ವಸ್ತುವಿನ ಸಿಡಿತದಲ್ಲಿ ಹೊರಗೆ ಬರುವ ಶಕ್ತಿಯೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ಶಕ್ತಿಯೇ.

ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಬೆಂಕಿಯಿಂದ ಕಾಯಿಸಿ ಆವಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ ಆವಿಯಿಂದ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಮಾಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಆವಿಯ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಒಂದು ಕೊಂತವು ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಓಡಾಡುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಅದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸಲಾಕಿಯಿಂದ ಸೇರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಚಕ್ರವು ತಿರುಗುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಇದೇ ಸ್ಟೀಫನ್ಸನ್ ಎಂಬುವನು ರೈಲುಗಾಡಿ ಓಡಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ತತ್ವ. ಆವಿಯ ಯಂತ್ರ ದಲ್ಲಿ ಬೆಂಕಿಯಿಂದ ನೀರಿನ ಆವಿಯು ತಯಾರಾಗಿ ಅನಂತರ ಆವಿಯ ಶಕ್ತಿಯು ಚಕ್ರದ ಚಲನೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡು ವುದು. ಆವಿಯ ಮಧ್ಯಸ್ಥಿಕೆಯಿಲ್ಲದೇ ನೇರವಾಗಿ ಬೆಂಕಿಯ ಶಕ್ತಿ ಯನ್ನು ಚಲನಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ನಡಸಲು ಅವಕಾಶವು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಯಿತು. ಎಣ್ಣೆಯ ಆವಿ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಗಳನ್ನು ಬೆರಸಿ ಆ ಮಿಶ್ರಣಕ್ಕೆ ಬೆಂಕಿ ಯನ್ನು ಹೊತ್ತಿಸಿದಾಗ ಸ್ಫೋಟನೆ ಅಥವಾ ಸಿಡಿತ ಉಂಟಾಗು ವುದು. ಆ ಸಿಡಿತದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯು ಅಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿ ಹೊರಗೆ ಬರುವುದು. ಆ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಒಂದು ಕೊಂತವು ಹಿಂದಕ್ಕೂ

ಮುಂದಕ್ಕೂ ಓಡಾಡುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಅದಕ್ಕೆ ಸಲಾಕಿಯಿಂದ ಸೇರಿಸಿದ ಚಕ್ರವು ತಿರುಗುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯ. ಮೋಟಾರ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಈ ರೀತಿಯ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಓಡಾಡುವುವು. ಈ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಅಂತರ್ದಾಹಕ ಯಂತ್ರಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪೆಟ್ರೋಲ್ ಎಣ್ಣೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಇದೇ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಸ್ಫೋಟಕ ವಸ್ತುಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟವು.

ಹೀಗೆ ನಮಗೆ ಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬೆಂಕಿಯಿಂದಲೂ, ಬೀಸುವ ಗಾಳಿಯಿಂದಲೂ, ಸ್ಫೋಟಕ ವಸ್ತುಗಳಿಂದಲೂ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಹಾಗೆಯೇ ಹರಿಯುವ ನೀರಿನಿಂದಲೂ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಧುಮುಕುವ ನೀರಿನಿಂದ ಯಂತ್ರಗಳು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ತಯಾರ್ಮಾಡುವುವು. ಹರಿಯುವ ನೀರಿನಿಂದಲೂ, ಬೀಸುವ ಗಾಳಿಯಿಂದಲೂ ಉಂಟಾದ ಶಕ್ತಿಯು **ಚಲನಶಕ್ತಿ** ಎನಿಸುವುದು. ಎಣ್ಣೆ, ಮರ, ಇದ್ದಿಲು, ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಇವುಗಳ ಬೆಂಕಿಯಿಂದಲೂ, ಸ್ಫೋಟಕ ವಸ್ತುಗಳು ಸಿಡಿಯುವುದರಿಂದಲೂ ಉಂಟಾದ ಶಕ್ತಿಯು **ರಾಸಾಯನಿಕಶಕ್ತಿ** ಎನಿಸುವುದು. ಮಾನವನ ನಾಗರಿಕತೆಯ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ವಿಚಾರ ಮಾಡಿದರೆ ವಸ್ತುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ಹೊರಸೂಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಶಕ್ತಿಯೇ ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿರುವುದೆಂದು ಕಂಡುಬರುವುದು. ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಕಟ್ಟಿಗೆ ಅಥವಾ ಎಣ್ಣೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಇಂಗಾಲವು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಆಮ್ಲಜನಕದೊಂದಿಗೆ ಕೂಡಿದಾಗ ವಿಸರ್ಜಕವಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯೇ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೂ ಉಪಯೋಗಕರವಾದ ಶಕ್ತಿಯು.

ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ಉಂಟಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು

ಮಾನವನು ತನ್ನ ಕೆಲಸಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡಂತೆಲ್ಲಾ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಸ್ವರೂಪವು ನಿಧಾನವಾಗಿ ತಿಳಿಯುತ್ತಾ ಬಂದಿತು. ಹಾಗೆಯೇ ಪದಾರ್ಥಗಳ ರಚನೆಯ ವಿಷಯದಲ್ಲಿಯೂ ಜ್ಞಾನವು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಾಗುತ್ತಾ ಬಂದಿತು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪದಾರ್ಥವೂ ಕೋಟ್ಯಾನುಕೋಟಿ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವುದೆಂದೂ ಆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದುವುಗಳೆಂದೂ ಕಂಡುಬಂದಿತು.

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೇರಿ ವಿವಿಧ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳಾಗುವುವು. ಪರಮಾಣುಗಳ ಪುಂಜಕ್ಕೆ (ಸಮೂಹಕ್ಕೆ) ಅಣು ಎಂದು ಹೆಸರು. ಆಮ್ಲಜನಕದ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವೂ ಜಲಜನಕದ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಸೇರಿದರೆ ನೀರಿನ ಒಂದು ಅಣುವು ಆಗುವುದು ; ೮ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ೧೮ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೇರಿದರೆ ಕಲ್ಲೆಣ್ಣೆಯ (ಪೆಟ್ರೋಲ್) ಒಂದು ಅಣುವಾಗುವುದು ; ಇಂಗಾಲದ ೧೨ ಪರಮಾಣುಗಳೂ, ಆಮ್ಲಜನಕದ ೧೧ ಪರಮಾಣುಗಳೂ, ಜಲಜನಕದ ೨೨ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿದರೆ ಸಕ್ಕರೆಯ ಒಂದು ಅಣುವಾಗುವುದು ; ಹೀಗೆಯೇ ೩ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳೂ, ೫ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೂ, ೩ ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೂ, ೯ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೂ, ಸರಿಯಾಗಿ ಜೋಡಣೆಯಾದರೆ 'ನೈಟ್ರೋಗ್ಲಿಸರೀನ್' ಎಂಬ ಸ್ಫೋಟಕ ಅಣುವಾಗುವುದು.

ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಧವಾಗಿ ಜೋಡಣೆ ಹೊಂದಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಣುಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುವುವು. ಈ ರೀತಿಯಾದ ಮಾರ್ಪಾಡು ಉಂಟಾ

ಗಲು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಬೇಕು. ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೇರಿ ನೀರು ಉಂಟಾಗಲು ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಬೇಕು. ಈ ರೀತಿಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಉಷ್ಣಗ್ರಾಹಕಕ್ರಿಯೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಕ್ರಿಯೆಗಳುಂಟಾದಾಗ ಶಕ್ತಿಯು ಅಣುಗಳಿಂದ ಹೊರಸೂಸುವುದು. ಬೆಂಕಿಯು ಉರಿಯುವಾಗ ಕಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿರುವ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆತು, ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲ ಎಂಬ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುವಿನ ಅಣುಗಳಾಗುವುವು ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯು ಉಷ್ಣರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರಗೆ ಬರುವುದು. ಈ ರೀತಿಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಉಷ್ಣವಿಸರ್ಜಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಸ್ಫೋಟಕ ವಸ್ತುಗಳು ಸಿಡಿಯುವಾಗಲೂ ಉಷ್ಣವಿಸರ್ಜಕ ಕ್ರಿಯೆಯುಂಟಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಗೆ ಬರುವುದು. ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಮಗೆ ಬೇಕಾದ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಈಗ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ಹೇಗೆ ನಡೆಯುವುವು ಎಂಬುದನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ವಿಚಾರ ಮಾಡೋಣ. ಒಂದು ಚೂರು ಇದ್ದಲನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಅದರ ತಾಪವು ಏರಿ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲವಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯು ಉಷ್ಣರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರಗೆ ಬರುವುದು. ಉಷ್ಣವು ಅಣುಗಳಿಂದ ವಿಸರ್ಜಿತವಾದ ಶಕ್ತಿಯು. ಹೀಗೆಯೇ ಕಲ್ಲೆಣ್ಣೆಯ ಅಣುಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಆಮ್ಲಜನಕದೊಂದಿಗೆ ಸೇರುವುದರಿಂದ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲ ಮತ್ತು ಆವಿ (ನೀರು) ಉಂಟಾಗುವುದಲ್ಲದೇ

ಶಕ್ತಿಯೂ ಹೊರಬೀಳುವುದು. ಕಲ್ಲೆಣ್ಣೆಯಲ್ಲಿ ೮ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳೂ, ೧೮ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಇರುವುವು. ಅದರ ಹತ್ತಿರ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಅಣುವು ಬಂದಾಗ ಪರಮಾಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟಗಳನ್ನು ಹೊಂದುವುವು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಆಮ್ಲಜನಕಕ್ಕೂ ಇಂಗಾಲಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕಕ್ಕೂ ಜಲಜನಕಕ್ಕೂ ಇರುವ ಆಕರ್ಷಣೆಯು (ಬಂಧನ) ಎರಡು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗಿರುವ ಆಕರ್ಷಣೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದೇ. ಆದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಜೋಡಣೆಯು ವ್ಯತ್ಯಾಸಹೊಂದಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ವಿನಿಮಯವು ನಡೆಯುವುದು. ಫಲಿತಾಂಶದಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲವೂ ನೀರೂ ಉಂಟಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುದು "ನೈಟ್ರೋಗ್ಲಿಸರೀನ್" ಎಂಬ ಸ್ಫೋಟಕ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಯೆಯು ಹೀಗಿರುವುದು : ಇದರಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಅಣುಗಳು ಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಅದರ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿಯೇ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುವುವು. 'ನೈಟ್ರೋಗ್ಲಿಸರೀನ್' ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲ, ಜಲಜನಕ, ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುವುವು. ಆದರೆ ಆಮ್ಲಜನಕವು ಇಂಗಾಲ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕಗಳ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರದಂತೆ ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುವು. ಆದರೆ 'ನೈಟ್ರೋಗ್ಲಿಸರೀನ್' ಅಣುವನ್ನು ಶಾಖಮಾಡಿದಾಗ ಅದು ತೀವ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಪಿಸುತ್ತದೆ. ಆಗ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಜಲಜನಕದ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸಂಧಿಸಿ ಅವುಗಳಿಂದ ಆಕರ್ಷಿತವಾಗಿ ಆವಿ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲಗಳು ಉಂಟಾಗುವುವು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಶಕ್ತಿಯು

ವಿಶೇಷವಾಗಿ ವಿಸರ್ಜಿತವಾಗುವುದು. ಈ ಶಕ್ತಿಯು ಅಲ್ಪ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ವಿಸರ್ಜಿತವಾಗುವುದು. ಅಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿ ವಿಸರ್ಜಿತವಾಗುವುದೇ '**ಸ್ಫೋಟನೆ**' ಅಥವಾ '**ಸಿಡಿತ**' ಎನಿಸುವುದು. ಸ್ಫೋಟನೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳೆಲ್ಲಾ 'ನೈಟ್ರೋಗ್ಲಿಸರೀನ್'ನಲ್ಲಿಯೇ ಇರುವುದರಿಂದ ಬಹುಬೇಗ ಸಿಡಿತವು ಉಂಟಾಗಿ ಶಕ್ತಿಪ್ರಸಾರವಾಗುವುದು. ಬೆಂಕಿಯು ಉರಿಯುವುದಕ್ಕೂ ಸ್ಫೋಟಕಗಳು ಸಿಡಿಯುವುದಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಕಾಲಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿಯೇ ಹೊರತು ಶಕ್ತಿಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಲ್ಲ. ಉರಿಯುವುದು ನಿಧಾನವಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ; ಸ್ಫೋಟನೆಯು ಕಣ್ಮುಚ್ಚಿ ತೆರೆಯುವುದರೊಳಗಾಗಿ ನಡೆದುಹೋಗುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆ. ನಿಜವಾಗಿಯೂ ನೋಡುವುದಾದರೆ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಉರಿಯುವಾಗ ಬರುವ ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯು ಅದೇ ತೂಕದ 'ನೈಟ್ರೋಗ್ಲಿಸರೀನ್' ಸಿಡಿತದಿಂದ ಬರುವ ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸುಮಾರು ಮೂರರಷ್ಟು ; ಆದರೆ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಮಿಶ್ರಣವು ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಉರಿಯಲು ಸುಮಾರು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನ ಹತ್ತನೆಯ ಒಂದು ಭಾಗವು ಬೇಕಾಗುವುದು ; 'ನೈಟ್ರೋಗ್ಲಿಸರೀನ್' ಸಿಡಿತವು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನ ಹತ್ತು ಲಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಡೆದುಹೋಗುವುದು.

ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಂದ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಸೂಸುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಷಯವನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು. ಅದೇನೆಂದರೆ ಅವುಗಳಿಂದ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಸೂಸುವ ಮೊದಲು ನಾವು ಸ್ವಲ್ಪ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವ್ಯಯಮಾಡಬೇಕು. ಇದ್ದಲಿನ ತುಂಡು ಉರಿಯಲು ಮೊದಲು ಅದಕ್ಕೆ ನಾವು ಶಾಖವನ್ನುಂಟುಮಾಡಬೇಕು. ಇದ್ದಲಿನ ತಾಪದ ಮಟ್ಟವು ಒಂದು ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಏರಿದರೇನೇ ಅದು

ಉರಿಯಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವುದು. ಅನಂತರ ಅದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯು ನಮಗೆ ದೊರೆಯುವುದು. ಹೀಗೆಯೇ ಯಾವ ಸ್ಫೋಟಕ ವಸ್ತುವೂ ಸಿಡಿಯಲು ಅದಕ್ಕೆ ಶಾಖವನ್ನುಂಟುಮಾಡ ಬೇಕು. ಅಂದರೆ ಯಾವ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಕ್ರಿಯೆಗೂ ಅದರಿಂದ ಶಕ್ತಿಯು ವಿಸರ್ಜಿತವಾಗಲು ಮೊದಲು ಅದಕ್ಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಯನ್ನು ಒದಗಿಸಬೇಕು. ಒಂದು ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿಯು ಹೀಗಿರುವುದೇ ಲೇಸು. ಏಕೆಂದರೆ ಇದ್ದಲು ಮೊದಲಾದುವುಗಳು ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾವೇ ಉರಿಯಲು ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುವುದಾಗಿದ್ದಿದ್ದರೆ ನಮಗೆ ಯುಕ್ತ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯು ದೊರಕಲು ಆಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಜನಜೀವನವೇ ಅಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿತ್ತು.

ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ಎಣ್ಣೆ ಮತ್ತು ನಿಸರ್ಗಾನಿಲಗಳೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ಶಕ್ತಿ ನಿಕ್ಷೇಪಗಳು. ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವುದನ್ನೆಲ್ಲ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದರೂ ಅವುಗಳು ಕೊಡುವ ಶಕ್ತಿ ಸುಮಾರು 8.9×10^{22} ಕಿಲೋವಾಟ್ ಅವರ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿವರ್ಷ ಎಲ್ಲ ದೇಶಗಳು ಬಳಸುತ್ತಿರುವ ಶಕ್ತಿ ಸುಮಾರು 2.23×10^{20} ಕಿಲೋವಾಟ್ ಅವರ್. ಜನ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನೂ ನಾಗರಿಕತೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನೂ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಶಕ್ತಿಯ ಬೇಡಿಕೆ ಇನ್ನು ಮೂವತ್ತು ನಲವತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಐದು ಅಥವಾ ಆರು ಪಟ್ಟಾದರೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ದೆಂದು ಊಹಿಸಬಹುದು. ಅಂದರೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ಶಕ್ತಿ ನಿಕ್ಷೇಪ ಗಳೆಲ್ಲ ಇನ್ನು ನೂರುವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಮುಗಿದು ಹೋಗುತ್ತವೆಂದಾ ಯಿತು. ಆಗ ಮನುಷ್ಯ ತನ್ನ ಉಳಿವಿಗಾಗಿ ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿ ನಿಕ್ಷೇಪಗಳನ್ನೇ ಆಶ್ರಯಿಸಬೇಕು.

ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿನಿಕ್ಷೇಪಗಳೆಂದರೆ ಯುರೇನಿಯಂ ಮತ್ತು

ಥೋರಿಯಂ ಲೋಹಗಳು. ಸೌರಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸಮ್ಮಿಳನ ಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಬಳಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳೂ ಉಂಟು.

ಭೂಮಿಯ ಹೊರಪದರದಲ್ಲಿರುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಮತ್ತು ಥೋರಿಯಂ ಲೋಹಗಳು 10^{12} ಟನ್ನುಗಳೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಇಷ್ಟನ್ನೆಲ್ಲ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರು 13.4×10^{23} ಕಿಲೋ ವಾಟ್ ಅವರ್ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ದೊರೆಯಲಾರದು. ಈ ಶಕ್ತಿ ಪ್ರಪಂಚದ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಒಂದು ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳವರೆಗೆ ಪೂರೈಸಬಲ್ಲದು.

ಸಮ್ಮಿಳನ ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಡ್ಯೂಟೆರಿಯಂ ಸಮುದ್ರದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹೇರಳವಾಗಿ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ನಿಯಂತ್ರಿತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆ ಇನ್ನೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ ಪ್ರಪಂಚದ ಅನೇಕ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ. ಇವು ಫಲಕಾರಿಯಾದರೆ ಮತ್ತು ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಸೌರಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸುವುದೂ ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಮಾನವನ ಶಕ್ತಿಯ ಆವಶ್ಯಕತೆಗಳು ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಪೂರೈಕೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಆ ದಿನಗಳಿನ್ನೂ ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿವೆ.

ಪರಮಾಣು ಗರ್ಭದಲ್ಲಡಗಿರುವ ಈ ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಲು ಮೊದಲು ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಅದರ ರಚನೆಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗಾದರೂ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗಿರುವುದು.

ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಅದರ ರಚನೆ

ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳು ಕಲ್ಲು, ಮಣ್ಣು, ನೀರು, ಗಾಳಿ, ಗಿಡಮರಗಳು. ಪ್ರಾಣಿಗಳ ದೇಹಗಳು ಮುಂತಾದ ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವುವು. ಈ ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲಾ ಪರಸ್ಪರ ಭಿನ್ನವಾದವುಗಳೇ ಅಥವಾ ಯಾವುದಾದರೂ ಕೆಲವು ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳಿಂದ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿ ಉಂಟಾದವುಗಳೇ ಎಂಬ ವಿಚಾರವು ಬಹಳ ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಚರ್ಚಿತವಾದ ವಿಷಯವಾಗಿತ್ತು. ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರವಾಗಿ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರೂ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕರೂ ಪ್ರಪಂಚದ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳೂ ಹಲವು ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯಿಂದ ಉಂಟಾದವುಗಳೆಂದು ಹೇಳುವರು. ಗ್ರೀಸ್ ದೇಶದ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಬಗೆಬಗೆಯಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಥಾಲಿಸ್ (Thales) ಎಂಬುವನು (ಕ್ರಿ. ಪೂ. ೬ನೆ ಶತ) ನೀರು ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ಮೂಲಭೂತವಾದುದೆಂದೂ, ಅನಾಕ್ಸಿಮಿನೀಸ್ ಎಂಬುವನು (ಕ್ರಿ.ಪೂ.೬ನೆ ಶತ) ಗಾಳಿಯೇ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುವೆಂದೂ, ಹಿರಾಕ್ಲಿಟಸ್ ಎಂಬುವನು (ಕ್ರಿ. ಪೂ. ೫ನೆ ಶತ) ಅಗ್ನಿಯೇ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುವೆಂದೂ, ಎಂಪಿಡೋಕ್ಲಿಸ್ (Empedocles) ಎಂಬುವನು (ಕ್ರಿ.ಪೂ. ೫ನೇ ಶತ) ಪೃಥ್ವಿ, ಆಪ್ (ನೀರು), ಅಗ್ನಿ ಮತ್ತು ಗಾಳಿ ಇವುಗಳೇ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳೆಂದೂ ಬಗೆದನು. ಭಾರತದೇಶದ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಪೃಥ್ವಿ, ಅಪ್, ತೇಜಸ್, ವಾಯು ಆಕಾಶ ಎಂಬ ಪಂಚಭೂತಗಳಿಂದ ಪ್ರಪಂಚದ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳೂ ಉಂಟಾದುವೆಂದೂ ಬಗೆದರು. ಆದರೆ ಮೂಲಭೂತವಾದ ಧಾತುವೆಂದರೇನು ? ಅದರ ಲಕ್ಷಣವೇನು ಎಂಬುದನ್ನು ನಿರ್ದಿ

ಷ್ಟವಾಗಿ ಹೇಳಿದವನು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೭ನೆಯ ಶತಮಾನದ ರಾಬರ್ಟ್ ಬಾಯಲ್. ಯಾವ ವಸ್ತುವನ್ನು ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ವಸ್ತುಗಳಾಗಿ ವಿಭಜಿಸುವುದಕ್ಕಾಗುವುದಿಲ್ಲವೊ ಅದು ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುವೆನಿಸುವುದು ; ಹಾಗೆ ವಿಭಜಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವ ವಸ್ತು ಸಂಯುಕ್ತವಸ್ತುವೆನಿಸುವುದು. ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ವಿಚಾರ ಮಾಡಿದರೆ ಹಿಂದಿನವರು ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದುವುಗಳೆಲ್ಲಾ ಸಂಯುಕ್ತವಸ್ತುಗಳೆಂದು ಹೇಳಬೇಕಾಗಿರುವುದು; ಮತ್ತು ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳು ಬೇರೆ ಇವೆ ಎಂದೂ ಹೇಳಬೇಕಾಗಿರುವುದು. ಗಾಳಿಯು ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಸಾರಜನಕ ಮುಂತಾದ ಹಲವು ಮೂಲಭೂತ ಅನಿಲಗಳ ಮಿಶ್ರಣವು ಎಂದು ಗೊತ್ತಾಗಿರುವುದು. ನೀರನ್ನು ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕಗಳಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಬೆಂಕಿ ಅಥವಾ ತೇಜಸ್ ಕೇವಲ ಶಕ್ತಿರೂಪವಾದದ್ದೇ ಹೊರತು ಪದಾರ್ಥವಲ್ಲ. ಪೃಥ್ವಿಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕಾನೇಕ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳು ಬೆರೆತುಕೊಂಡಿರುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ಯಾವ ವಸ್ತುವು ಸಂಯುಕ್ತ ಮತ್ತು ಯಾವವಸ್ತುವು ಮೂಲಭೂತ ಎಂಬುದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ನಿರ್ಣಯಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಕಾಲಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣ, ಬಂಗಾರ, ಬೆಳ್ಳಿ, ಸೀಸ, ತಾಮ್ರ, ಇದ್ದಲು(ಇಂಗಾಲ), ಆಮ್ಲಜನಕ, ಜಲಜನಕ, ಸಾರಜನಕ, ಗಂಧಕ, ರಂಜಕ, ಪಾದರಸ ಎಂಬುದಾಗಿ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟವು. ಉಪ್ಪು, ನೀರು, ಎಣ್ಣೆ, ಕಲ್ಲು, ಮುಂತಾದವುಗಳು ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳೆಂದು ಗೊತ್ತಾಯಿತು. ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೫೦-೬೦ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳು ವೈಜ್ಞಾನಿಕರಿಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದುವು. ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳು ಸಾವಿರಾರು ಇರುವುವು.

ಎಲ್ಲಾ ಪದಾರ್ಥಗಳೂ ಹಲವು ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿವುಗಳಾದರೂ ಆ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳ ರಚನೆಯು ಹೇಗಿರುವುದು ಎಂದು ಪ್ರಶ್ನೆಯು ಉದ್ಭವಿಸುವುದು. ವಸ್ತುಗಳು ಬೆಣ್ಣೆಯಂತೆ ಅಖಂಡವಾಗಿರುವುವೇ ಅಥವಾ ಮರಳಿನಂತೆ ಖಂಡ ಖಂಡವಾಗಿರುವುವೇ? ವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಬೆಣ್ಣೆಯಂತೆ ಅಖಂಡವಾಗಿರುವುವೆಂದು ಕ್ಸೆನೋಫೇನಸ್ (ಕ್ರಿ.ಪೂ.೫ನೆಶತ) ಎಂಬ ಗ್ರೀಸ್ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದನು. ಆದರೆ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಚೂರು ಚೂರುಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾದುದರಿಂದ ಈತನ ಅಭಿಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ಮನ್ನಣೆ ದೊರೆಯಲಿಲ್ಲ. ವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾದುವುಗಳೆಂದು ಪರಮಾಣುವಾದವು ಬಹಳ ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಿಂದ ಬಂದಿರುವುದು. ಕ್ರಿ.ಪೂ. ೬ನೆ ಶತಮಾನದ ಅನಾಕ್ಸಗೊರಾಸ್ (Anaxagoras) ಎಂಬ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಪರಮಾಣುವಾದಕ್ಕೆ ಮೂಲ ಪುರುಷನೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಗೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮಗಳಾದ ಅದೃಶ್ಯಗಳಾದ ಮತ್ತು ಅಭೇದ್ಯಗಳಾದ ಅಣುಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವಿಕೆಯೇ ಕಾರಣವೆಂದು ಆತನು ಬಗೆದನು. ಕ್ರಿ.ಪೂ. ೪ನೆ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿದ್ದ ಡೆಮೊಕ್ರಿಟಸ್ ಎಂಬ ಗ್ರೀಸ್ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಪ್ರಾಚೀನ ಪರಮಾಣುವಾದಕ್ಕೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೂಪವನ್ನು ಕೊಟ್ಟನು. ಆತನ ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿರುವುದು ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳು; ಆಕಾಶ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳು. ಈ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವೂ, ಅಭೇದ್ಯವೂ ಆಗಿರುವುವು ಮತ್ತು ಅಸಂಖ್ಯಾತವಾಗಿರುವುವು. ಪರಮಾಣುಗಳ ವಿವಿಧರೀತಿಯ ಜೋಡಣೆ ಮತ್ತು ಸಂಖ್ಯಾ ವಿಶೇಷದಿಂದ ಪ್ರಪಂಚದ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳೂ ಸೃಷ್ಟಿ

ಯಾಗಿರುವುವು ಎಂದು ಈತನ ಸಿದ್ಧಾಂತ.

ಭಾರತ ದೇಶದಲ್ಲಿ ವೈಶೇಷಿಕ ಮತಸ್ಥಾಪಕನಾದ ಕಣಾದನು 'ಆರಂಭವಾದ' ಎಂಬ ಪರಮಾಣು ವಾದವನ್ನು ಪ್ರಚುರ ಪಡಿಸಿದನು. ಪ್ರಪಂಚದ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳೂ ಪೃಥ್ವಿ, ಅಪ್, ತೇಜಸ್; ವಾಯು ಮತ್ತು ಆಕಾಶ ಎಂಬ ಪಂಚಭೂತಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟವುಗಳು; ಈ ಮೂಲಭೂತವಸ್ತುಗಳು ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವುವು ; ಪೃಥ್ವಿಯ ಪರಮಾಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸದೃಶಗಳು, ವಾಯು ಮತ್ತು ಇತರ ವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಅತ್ಯಂತ ಭಿನ್ನವಾದುವುಗಳು ; ಪರಮಾಣುಗಳು ಅಭೇದ್ಯವಾದವುಗಳು ; ಪ್ರಪಂಚವು ಆರಂಭವಾಗುವಾಗ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಸೇರಿ ದ್ವ್ಯಣುಕ ಎಂಬ ಅಣುವು ಉಂಟಾಗುವುದು; ಮೂರು ದ್ವ್ಯಣುಕಗಳು ಸೇರಿದರೆ ಒಂದು ತ್ರ್ಯಣುಕವಾಗುವುದು. ನಾಲ್ಕು ತ್ರ್ಯಣುಕಗಳು ಸೇರಿದರೆ ಒಂದು ಚತುರಣುಕವಾಗುವುದು. ಇದು ಸೂರ್ಯನ ರಶ್ಮಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಕಣಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಾದುದು ಅನೇಕ ಕಣಗಳು ಸೇರಿ ವಿವಿಧ ಪದಾರ್ಥಗಳಾಗುವುವು—ಇದೆ ಆರಂಭವಾದವು.

ಈಗ 'ಅಣು' ಮತ್ತು 'ಪರಮಾಣು'(Molecule and atom) ಎಂಬ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳ ಬೇಕಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಉಪ್ಪಿನ ಹರಳನ್ನು ವಿಭಾಗಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಬಹಳ ಸಣ್ಣದಾದ ಕಣವು ಉಳಿಯುವುದು. ಅದನ್ನು ಇನ್ನೂ ವಿಭಾಗಿಸಲು ಅದು ಉಪ್ಪಿನ ಗುಣವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು. ಉಪ್ಪಿನ ಗುಣವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳದೇ ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣದಾಗಿ ಇರಬಹುದಾದ ಉಪ್ಪಿನ ಕಣವು 'ಅಣು' (Molecule) ಎನಿಸುವುದು. ಸಕ್ಕರೆ, ಉಪ್ಪು, ನೀರುಗಳು ಈ ಅಣುಗಳ

ಸಮುದಾಯಗಳು. ಉಪ್ಪಿನ ಒಂದು ಅಣುವನ್ನು ಹೇಗಾದರೂ ವಿಭಾಗಿಸಿದರೆ ಅದು ಉಪ್ಪಿನ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು 'ಸೋಡಿಯಂ' ಮತ್ತು 'ಕ್ಲೋರೀನ್' ಎಂಬ ಎರಡು ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳ, ಅಣುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ, ಕಣಗಳು ಬೇರ್ಪಡುವುವು. ಇವುಗಳಿಗೆ 'ಪರಮಾಣು' (Atom)ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಇನ್ನೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಕಣಗಳಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಎಂದು ಪರಮಾಣುವಾದವು ಭಾವಿಸುವುದು.

ಪ್ರಾಚೀನ ಪರಮಾಣುವಾದವು ಕೇವಲ ಊಹೆಯಿಂದ ಸ್ಥಾಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟದ್ದು. ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಆಧಾರದಮೇಲೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವಾದವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದವನು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯ನೆ ಶತಮಾನದ ಆಂಗ್ಲ ವೈಜ್ಞಾನಿಕನಾದ ಜಾನ್ ಡಾಲ್ಟನ್ (John Dalton). ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳು ಸಂಯುಕ್ತವಸ್ತುಗಳಾಗಿ ಪರಿಣಾಮ ಹೊಂದುವಾಗ ಕೆಲವು ನಿಯಮಗಳು ಕಂಡುಬರುವುವು. ನೀರು ಉಂಟಾಗಲು ಆಮ್ಲಜನಕದ ತೂಕವು ಜಲಜನಕದ ತೂಕದ ಹದಿನಾರರಷ್ಟು ಇರಬೇಕು; ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಿಮಾಣವು ಜಲಜನಕದ ಪರಿಮಾಣದ ಅರ್ಧದಷ್ಟಿರಬೇಕು. ಹೀಗೆಯೇ ಇನ್ನೂ ಹಲವಾರು ನಿಯಮಗಳಿರುವುವು. ಈ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಸಲು ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳು ಪರಮಾಣು ಸ್ವರೂಪವುಳ್ಳವೆಂದು ಒಡಂಬಡಬೇಕು. ಎಂದು ಡಾಲ್ಟನ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು(ಕ್ರಿ.ಶ.೧೮೧೧). ಡಾಲ್ಟನ್ ಪರಮಾಣುವಾದದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳೂ ಅಂತತಃ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವುವು;ಈ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅಭೇದ್ಯವಾದವುಗಳು; ಒಂದು ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕ ಆಕಾರಗಳು ಸಮಾನವುಗಳು ಮತ್ತು ಬೇರೆ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾ

ಣುಗಳಿಂದ ವಿಲಕ್ಷಣವಾದವುಗಳು ; ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪರಮಾಣುಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ತೂಕ ಒಂದೇ ಆಕಾರವುಳ್ಳವುಗಳು ಆದರೆ, ಬಂಗಾರದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಭಿನ್ನವಾದವುಗಳು; ಒಂದು ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣುವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ— ಎಂಬುವು ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯಾಂಶಗಳು. ಪರಮಾಣುಗಳು ಅಭೇದ್ಯ ಮತ್ತು ಪರಸ್ಪರ ಪರಿವರ್ತನೆಗೆ ನಿಲುಕುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬ ಎರಡು ಅಂಶ ಗಳು ಡಾಲ್ಟನ್ ಪರಮಾಣುಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ ಎದ್ದು ಕಾಣುವ ಅಂಶ ಗಳು. ಇದು ಹಲವರಿಗೆ ನಿರಾಶಾದಾಯಕವಾಗಿತ್ತು. ಏಕೆಂದರೆ ಅದುವರೆಗೂ ಹಲವರು ಅಲ್ಪ ಸಾಮಾನ್ಯ ಲೋಹಗಳನ್ನು ಬಂಗಾರ ವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಬಹುದೆಂಬ ಹಂಬಲವನ್ನಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿದ್ದರು ಮತ್ತು ಅದೇ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದರು. ಅವರೇ ರಸಸಿದ್ಧಿಶಾಸ್ತ್ರ ಜ್ಞರು (Alchemists) ಎಂಬುವರು. ತಾಮ್ರ ಅಥವಾ ಸೀಸದ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಬಂಗಾರದ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನಾಗಿ ಪರಿ ವರ್ತಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಡಾಲ್ಟನ್ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಸಾರಿತು.

ಹೀಗೆ ಡಾಲ್ಟನ್ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಮಾಣುವಾದವನ್ನು ಪ್ರತಿ ಪಾದಿಸಿದರೂ ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳಿಗೂ ಇನ್ನೂ ಮೂಲಭೂತವಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಧಾತುವಿರಬಹುದೆಂಬ ನಂಬಿ ಕೆಯು ಅನೇಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರಿಗೆ ಇತ್ತು. ಈ ರೀತಿಯ ನಂಬಿಕೆಗೆ ಪ್ರೌಟ್ (Prout) ಎಂಬ (ಕ್ರಿ.ಶ ೧೮೧೫)ಆಂಗ್ಲ ವೈಜ್ಞಾನಿಕನು ಒಂದು ಆಧಾರವನ್ನೂ ಸಹ ಸೂಚಿಸಿದನು. ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅತ್ಯಂತ ಹಗುರವಾದುದು ಜಲಜನಕ. ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕವನ್ನು ರಾಸಾಯ ನಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿತ್ತು. ಈ

ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಂಶವು ಎದ್ದು ಕಾಣುತ್ತಿತ್ತು. ಅದೇನೆಂದರೆ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವನ್ನು ಒಂದು ಎಂದು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವು ಹದಿನಾರು, ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕ ಹನ್ನೆರಡು, ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕ ೧೦೮–ಅಂದರೆ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕಗಳು ೧೬, ೧೨, ೧೦೮ ಹೀಗೆ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳಾಗುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ೧೬ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೇರಿ ಒಂದು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವೂ, ೧೨ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೇರಿ ಒಂದು ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವೂ, ೧೦೮ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳುಸೇರಿ ಒಂದು ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪರಮಾಣುವೂ ಆಗಿರಬಹುದೆಂಬ ನಂಬಿಕೆಗೆ ಅವಕಾಶವಿರುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳೂ ಅಂತತಃ ಜಲಜನಕದಿಂದ ಉಂಟಾದವುಗಳೆಂದು ನಂಬಬಹುದೆಂಬುದು ಪ್ರೌಟನ ವಾದವು. ಆದರೆ ಆತನ ವಾದಕ್ಕೆ ಮನ್ನಣೆ ದೊರೆಯಲಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಕ್ಲೋರೀನ್ ಎಂಬ ಅನಿಲದ ಪರಮಾಣು ತೂಕವು ೩೫೧/೨ ಮತ್ತು ತಾಮ್ರದ ಪರಮಾಣು ತೂಕವು ೬೩೧/೨. ಇವು ಪೂರ್ಣಾಂಕ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಬಾಧಕಗಳು. ಆದುದರಿಂದ ಪ್ರೌಟನ ವಾದವು ಸರ್ವಾದರಣೀಯವಾಗಲಿಲ್ಲ.

ಇಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಕ್ರಿ.ಶ.೧೯ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿದ್ದ (೧೮೩೪-೧೯೦೭) ಮೆಂಡಲೀಫ್ (Mendeleeff) ಎಂಬ ರಷ್ಯಾದೇಶದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕನು ಅದುವರೆಗೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕಗಳು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಅವುಗಳ ಒಂದು ಪರ್ಯಾಯ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದನು. ಆ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಎಂಟನೆಯ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳಿಗೆ ವಿಶೇಷವಾದ

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	1H							2 He
2	3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 He
3	11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 A
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Tl	23 V	24 Cr	25 Mn	
6	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	

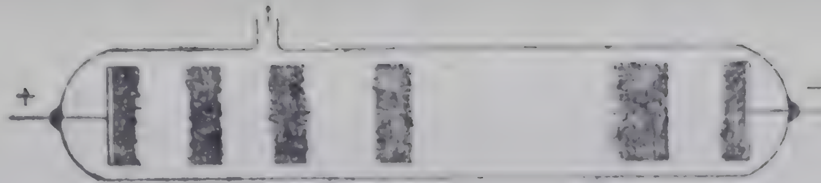
ಮೆಂಡಲೀಫ್ ಪರ್ಯಾಯ ಪಟ್ಟಿಯ ಭಾಗ

ಸಾಮ್ಯವು ಭೌತಗುಣಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ೩ನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವ ಲಿಥಿಯಂ, ೧೧ನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವ ಸೋಡಿಯಂ ಮತ್ತು ೧೯ನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವ ಪೊಟಾಷಿಯಂ ಎಂಬ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಸಾಮ್ಯವು ಬಹಳವಾಗಿರುವುದು. ಹಾಗೆಯೇ ೨ನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವ ಹೀಲಿಯಂ, ೧೦ನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವ ನೀಯಾನ್ ಮತ್ತು ೧೮ನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವ ಆರ್ಗಾನ್‌ಗಳಿಗೂ ಪರಸ್ಪರ ಸಾಮ್ಯಗಳಿರುವುವು. ಈ ರೀತಿ ತಯಾರಾದ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಸ್ಥಾನಗಳು ಖಾಲಿಯಾಗಿದ್ದುವು. ಆ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿರಬೇಕಾದ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳ ಗುಣಗಳನ್ನು ಅವುಗಳನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯುವ ಮೊದಲೇ ಹೇಳಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಅಂತಹ ಗುಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಮೂಲಭೂತ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಮೊದಲು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟುವು. ೨೧, ೩೧ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿರಬೇಕಾದ ಮೂಲಭೂತ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನೂ ತೂಕಗಳನ್ನೂ ಮೆಂಡಲೀಫನು ಮೊದಲೇ ಹೇಳಿದ್ದನು. ಕ್ರಿ.ಶ.೧೮೭೫ರಲ್ಲಿ ೩೧ನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರಬೇಕಾದ ಗೇಲಿಯಂ, ಕ್ರಿ.ಶ.೧೮೭೯ರಲ್ಲಿ ೨೧ನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರಬೇಕಾದ ಸ್ಕ್ಯಾಂಡಿಯಂ ಮತ್ತು ಕ್ರಿ.ಶ.೧೮೮೬ರಲ್ಲಿ ೩೨ನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರಬೇಕಾದ ಜರ್ಮೇನಿಯಂ ಎಂಬ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟುವು. ಮೆಂಡಲೀಫನ ಪರ್ಯಾಯ ಪಟ್ಟಿಯಿಂದ ಒಂದು ಮುಖ್ಯಾಂಶವು ಸೂಚಿತವಾಗುವುದು. ಅದೇನೆಂದರೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸುವ ಮೂಲಭೂತ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾದೃಶ್ಯವಿರಬೇಕಾದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಮೂಲಭೂತವಾದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪದಾರ್ಥವಿರಬಹುದೆಂಬುದೇ; ಇದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಅಭೇದ್ಯಗಳು ಮತ್ತು

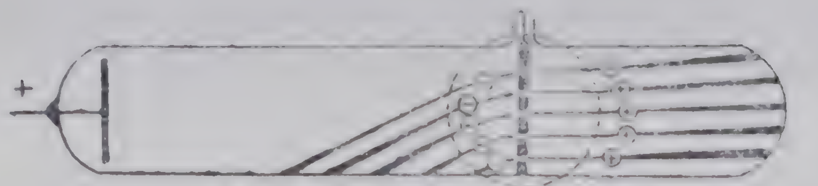
ಪರಸ್ಪರ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಲಾರದವುಗಳು ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆಯು ಸ್ವಲ್ಪ ಸಡಿಲವಾಗಲು ಅವಕಾಶ ಉಂಟಾಯಿತು.

ಆದರೆ ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ನಡೆದುಬಂದಿರುವ ಅದ್ಭುತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳು ಬೆಳೆದುಬಂದಿವೆ. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಗತಿಯೇ ಬಹಳ ಮಹತ್ವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಜರುಗಿ ಬಂದಿದೆ.

ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೮೯೭ರಲ್ಲಿ ಸರ್ ಜೇಮ್ಸ್ ಥಾಮ್ಸನ್ ಎಂಬ ಆಂಗ್ಲ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ನಡಸಿದರು. ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಕೊಳವೆಗೆ ಎರಡು ತಂತಿಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ರುವ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಹೀರಿ ಅದರ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಕಡಮೆಯಾಗು ವಂತೆ ಮಾಡಿ ತಂತಿಗಳ ಮೂಲಕ ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಡದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿದಾಗ ಆ ಕೊಳವೆಯಿಂದ ವಿಚಿತ್ರವಾದ ಬೆಳಕು ಬಂದಿತು ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನಂತೆ ತೋರುತ್ತಿದ್ದ ಒಂದು ರಶ್ಮಿಗಳ ಗುಂಪು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಆ ರಶ್ಮಿಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಬೆಳಕಿಗಿಂತ ವಿಲಕ್ಷಣವಾಗಿದ್ದುವು. ಆ ರಶ್ಮಿಗಳು ಬಿದ್ದ ಕೊಳವೆಯ ಭಾಗವು ಹಸುರು ಬಣ್ಣದ ಪ್ರಕಾಶದಿಂದ ಕೂಡಿತ್ತು. ಆ ರಶ್ಮಿ ಗಳ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ವಸ್ತುವಿದ್ದರೆ ಅದರ ನೆರಳು ಕೊಳವೆಯ ಗೋಡೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತಿತ್ತು. ಆದುದ ರಿಂದ ಆ ರಶ್ಮಿಗಳು ನೇರವಾಗಿ ಹೋಗುವುವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಕೊಳವೆಯ ಹತ್ತಿರ ಒಂದು ಸೂಜಿಗಲ್ಲನ್ನು ತಂದಾಗ ಆ ರಶ್ಮಿಗಳು ಬಾಗಿಹುವು. ಬೆಳಕಿನ ರಶ್ಮಿಗಳು ಹೀಗೆ ಬಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದ ರಿಂದ ಆ ರಶ್ಮಿಗಳು ಬೆಳಕಲ್ಲವೆಂದು, ವಿದ್ಯುತ್‌ಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಕಣ ಗಳೆಂದು ಗೊತ್ತಾಯಿತು. ಸರ್. ಜೇಮ್ಸ್ ಥಾಮ್ಸನ್ ಅವರು



ಚಿತ್ರ. ೧. ಗಾಜಿನ ಕೊಳವೆಯಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕು
(ಜೆ. ಜೆ. ಥಾಮ್ಸನ್)



ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಧನವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳು (ಗೋಲ್ಡ್‌ಸ್ಟೀನ್)

ಚಿತ್ರ. ೨. ಕಾಲುವೆ ರಶ್ಮಿಗಳು

ಈ ಕಣಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ವಿದ್ಯುದಂಶ (e/m)ವನ್ನು ಬಹಳ ಚಮತ್ಕಾರದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ನಂತರ ಮಿಲಿಕನ್ ಅವರು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಅವರು ಆ ಕಣದ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ (m)ವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿದರು. ($e/m = 1.7\times10^{8}$ ಕೂಲಂಬ್/ಗ್ರಾಂ, $e = 1.60\times10^{-19}$ ಕೂಲಂಬ್, $m = 9.11\times10^{-28}$ ಗ್ರಾಂ) ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯ ಬದಲು ಆಮ್ಲಜನಕ, ಜಲಜನಕ ಮುಂತಾದ ಯಾವ ಅನಿಲವಿದ್ದರೂ ಈ ಕಣಗಳು ಕಂಡುಬಂದುದರಿಂದ ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲಭೂತ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕಣಗಳಿರಬೇಕೆಂದು ಸಿದ್ಧವಾಯಿತು. ಈ ಕಣಗಳಿಗೆ 'ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಸ್' ಎಂದೂ ನಾಮಕರಣವಾಯಿತು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದಲೇ ಬರಬೇಕಾಗಿದ್ದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುವು ಅಭೇದ್ಯ ಎಂಬುದು ಸುಳ್ಳಾಯಿತು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುದಂಶವು ಋಣ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಎಂದು ಕಂಡುಬರುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವು ಇರಲೇ ಬೇಕು. ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕಣಗಳೂ ಇರುವುವೆಂದು ಮುಂದೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವುವು.

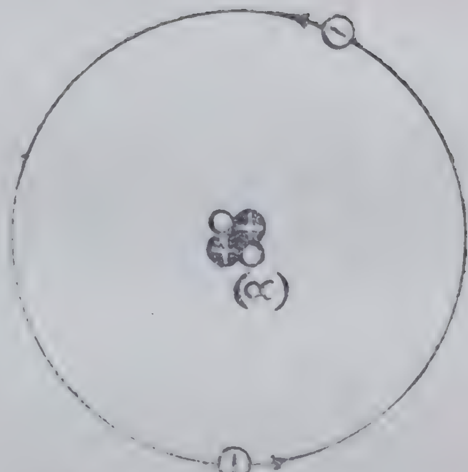
ಇದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಗೋಲ್ಡ್‌ಸ್ಟೀನ್ (Goldstein) ಎಂಬುವರು ಮತ್ತೊಂದು ವಿಷಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಅದೇನೆಂದರೆ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಋಣಧ್ರುವದ ಬಳಿ ತಂತಿಯ ಬದಲು ಒಂದು ರಂಧ್ರವಿರುವ ಲೋಹದ ಬಿಲ್ಲೆಯನ್ನು ಇರಿಸಿದಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ರಶ್ಮಿಯು ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ, ಅದರ ಎದುರು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಆ ರಂಧ್ರಗಳಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ರಶ್ಮಿ ಸಮೂಹವೂ ಬಂದಿತು. ರಂಧ್ರಗಳಿಂದ ಕಾಲುವೆಯಂತೆ ಬಂದ ಈ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು ಕಾಲುವೆ ರಶ್ಮಿಗಳೆಂದೇ

ಕರೆದರು. ಈ ರಶ್ಮಿಗಳು ಸೂಜಿಗಲ್ಲಿನ ಸನ್ನಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಬಾಗಿದುವು ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ರಶ್ಮಿಗಳು ಕೆಳಗೆ ಬಾಗಿದರೆ ಈ ರಶ್ಮಿಗಳು ಮೇಲೆ ಬಾಗಿದುವು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ರಶ್ಮಿಗಳಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್ ಅಂಶವುಳ್ಳ ಕಣಗಳಿರುವುವೆಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಯಿತು. ಈ ಕಣಗಳ ರಶ್ಮಿಗಳು ಬಹಳ ಸ್ವಲ್ಪ ಬಾಗಿದುದರಿಂದ ಕಣಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚೆಂದೂ ಗೊತ್ತಾಯಿತು. ಬೇರೆಬೇರೆ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಈ ರಶ್ಮಿಗಳು ವಿವಿಧ ಪ್ರಮಾಣಗಳಲ್ಲಿ ಬಾಗಿದುದರಿಂದ ಈ ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳು ವಿವಿಧ ತೂಕವುಳ್ಳವುಗಳೆಂದೂ ಸಿದ್ಧವಾಯಿತು. ಈ ಧನರಶ್ಮಿಗಳ ವಿವೇಚನೆಯನ್ನು ಸರ್ ಜೇಮ್ಸ್ ಥಾಮ್ಸನ್ ಅವರು ಮಾಡಿದರು.

ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಬಂದ ಧನಕಣಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವನ್ನು ಒಂದು ಎಂದು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡಾಗ ಸಾರಜನಕದಿಂದ ಬಂದ ಧನಕಣಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ೧೪ ಎಂದೂ, ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಬಂದ ಧನಕಣದ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ೧೨ ಎಂದೂ, ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ಧನಕಣಗಳ ತೂಕಗಳು ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದುವು. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೂ ಒಂದು ಹೊಸ ವಿಷಯವು ಬಯಲಿಗೆ ಬಂದಿತು. ನೀಯಾನ್ ಎಂಬ ಅನಿಲವನ್ನು ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಿದಾಗ ೨೦ ಮತ್ತು ೨೨ ದ್ರವ್ಯಾಂಶಗಳುಳ್ಳ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಧನಕಣಗಳು ಕಂಡುಬಂದುವು. ಆದರೆ ನೀಯಾನ್ ಅನಿಲದ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ೨೦·೨ ಎಂದು ರಾಸಾಯನಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಸರ್ ಜೇಮ್ಸ್ ಥಾಮ್ಸನ್ ಅವರು ನೀಯಾನ್ ಅನಿಲದಲ್ಲಿ ೨೦ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ ನೀಯಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಶೇಕಡಾ ೯೦ ಇದ್ದು ೨೨ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ ನೀಯಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಶೇಕಡಾ ೧೦



ಚಿತ್ರ ೩. ಜಲಜನಕ ಪರಮಾಣು



ಚಿತ್ರ ೪. ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣು

ಇದ್ದು, ನೀಯಾನ್ ಅನಿಲದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಸರಾಸರಿ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ೨೦೧/೫ ಆಗಿ ಕಂಡುಬರುವುದೆಂದು ಬಗೆದರು. ಅಂದರೆ ನೀಯಾನ್ ಅನಿಲದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಅನಿಲಗಳಿರುವುವು. ಅವುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುವು. ಆದರೆ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ಬೇರೆ ಬೇರೆ. ಹೀಗೆ ಇತರ ಮೂಲಭೂತ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ತೆರನಾದ ಭಿನ್ನ ತೂಕಗಳುಳ್ಳ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುವುವು ಆದರೆ ಅವುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳು ಮಾತ್ರ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುವು. ಒಂದೇ ಮೂಲಭೂತ ಧಾತುವಿನ ವಿವಿಧ ದ್ರವ್ಯಾಂಶಗಳುಳ್ಳ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಸಕ್ಷೇತ್ರ ಪರಮಾಣು (Isotopes) ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಪರಮಾಣುಗಳ ಬಾಹ್ಯರಚನೆಯು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದು.

ಯಾವುದೆ ಒಂದು ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣುವಾಗಲಿ ಅದು ವಿದ್ಯುದೀನುವಾಗಿ ತಟಸ್ಥವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಋಣ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಮತ್ತು ಧನವಿದ್ಯುದಂಶ ಸರಿಸಮವಾಗಿರಬೇಕು. ಋಣ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊಂದಿರುವ ವಿದ್ಯುದಂಶ. ಜಲಜನಕದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸಮವಾಗಿಯು ಚಿಹ್ನೆಯಲ್ಲಿ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿಯು ಇರುವ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಕಣ ಪ್ರೋಟಾನು. ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಸಂಯುಕ್ತ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಎನ್ನಬಹುದು.

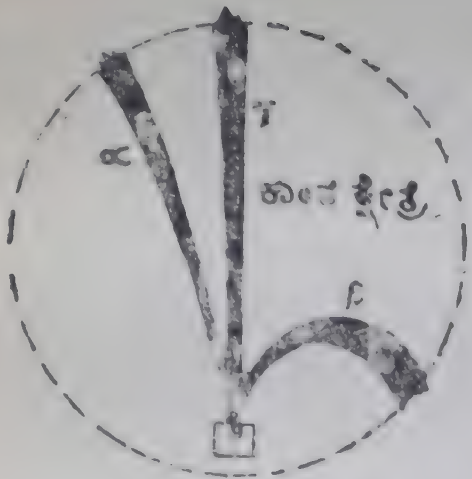
ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು –e ಎಂದು ಕೊಂಡರೆ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು 2e ಎನ್ನಬಹುದು. ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ 6 ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು

ಗುವೆ, ಅಂದರೆ ಅದರ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶ 6e ಎಂದಾಯಿತು. ಎ
ಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ಬಹಳ ಕಡಮೆ. ಆದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣು
ಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶದ ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗ ಅದರ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವು
ಕಣಗಳದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಪರಮಾಣುಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವನ್ನು ಕುರಿತು ವಿವೇಚಿಸುವಾಗ
ನಮಗೆ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಮಾತ್ರವೇ ಪ
ಮಾಣು ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿರುವ ಘಟಕಗಳು ಎಂದು ತಿಳಿಯ
ವುದು ಕಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲ ಬ
ಗಿರಿಸಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗವಾಗಿರು
ಕಟ್ಟಡದ ಘಟಕಗಳು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು
ಗಳೆಂದು ತಿಳಿಯೋಣ.

ಪರಮಾಣುಗಳು ಅಭೇದ್ಯವಾದುವುಗಳಲ್ಲವೆಂದೂ, ಅವುಗಳ
ಧನ ಮತ್ತು ಋಣ ವಿದ್ಯುದಂಶಗಳುಳ್ಳ ಕಣಗಳ ಸಂಯುಕ್ತ
ರಚನೆಯುಳ್ಳವೆಂದೂ ಮೊದಲು ತಿಳಿದವರು ಥಾಮ್ಸನ್. ಅವರ
ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಪರಮಾಣುಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲ
ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಪ್ರತಿಕೃತಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರು. ಅದರಂ
ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಧನವಿದ್ಯುದಂಶದ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು
ಗಳು ಸಮವಾಗಿ ಹಂಚಿಕೊಂಡಿರುವ ಗೋಳಾಕಾರದ ಆಕೃ
ಯೆಂದು ನಾವು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ.

ಪರಮಾಣುಗಳು ಅಭೇದ್ಯವಲ್ಲ ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಮತ್ತೊಂದ
ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ರುಜುವಾತು ದೊರೆಯಿತು. ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮೯೬ರ
ಬೆಕ್ವೆರಲ್ (becquerel) ಎಂಬ ಫ್ರಾನ್ಸ್ ದೇಶದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ
ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆ (Radio activity) ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂ
ಹಿಡಿದರು. (೨೪ನೇ ಫೆಬ್ರುವರಿ ೧೮೯೬). ಯುರೇನಿಯಂ ಲವಣ



ಚಿತ್ರ೫. ರೇಡಿಯೋಆಕ್ಟಿವ್ ಕಿರಣಗಳು



ಚಿತ್ರ೬. ನಿಯಾನ್ ಐಸೋಟೋಪುಗಳು

$$^{238}_{92}U \xrightarrow{\alpha} {}^{234}_{90}UX_1 \longrightarrow {}^{234}_{91}UX_2 \dashrightarrow {}^{206}_{82}Pb$$

ಚಿತ್ರ೭. ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಿವರ್ತನೆ

ಹರಳನ್ನು ಒಂದು ದಿನ ಒಂದು ಕಾಗದದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿ ಒಂ
ಫೋಟೋ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ ಅವರು ಇ
ಟ್ಟರು. ಕತ್ತಲು ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ ಕರಿಯ ಕಾಗದದಿಂದ ಮು
ಚಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದ ಫೋಟೋ ಕಾಗದವು ಮಸಕು. ಮಸಕಾದ
ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಫೋಟೋ ಕಾಗದವು ಮಸಕಾಗಲು ಅದರ ಮೇ
ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಿರಲೇ ಬೇಕು. ಈ ಬೆಳಕು ಎಲ್ಲಿಂದ ಬರಲೂ ಸಾಧ್
ರಲಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಬೆಳಕು ಆ ಫೋಟೋ ಕಾಗದದ ಮೇ
ಇಟ್ಟಿದ್ದ ಯುರೇನಿಯಂ ಲವಣದಿಂದ ಬಂದುದೆಂದೂ, ಇ
ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಬೆಳಕಿಗಿಂತ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದುದೆಂದು ಬೆಕ್ವೆರ
ಅವರು ನಿರ್ಣಯ ಮಾಡಿದರು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಬೆಳಕು ಗಾ
ಸಲ್ಲಿ ತೂರಿಹೋಗುವಂತೆ ಈ ಬೆಳಕು ಕಾಗದ ಮುಂತಾದು
ಗಳನ್ನು ತೂರಿ ಹೋಗುವುದು. ಯುರೇನಿಯಂ ಲವಣದಲ್ಲಿ
ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಗರ್ಭದಿಂದ
ತರನಾದ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ರಶ್ಮಿಗಳು ಹೊರಸೂಸುವವು. ಇದೇ ರ
ಯಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯಂ, ಥೋರಿಯಂ ಮುಂತಾದ ಧಾತುಗಳಿಂದಲ
ಈ ರೀತಿಯ ರಶ್ಮಿಗಳು ಹೊರಸೂಸುವವೆಂದು ಮ್ಯಾ
ಕ್ಯೂರಿ ಮುಂತಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು.
ಮಾಣುಗಳು ತಮ್ಮ ಗರ್ಭದಿಂದ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ರಶ್ಮಿಗಳ
ಹೊರಸೂಸುವುದಕ್ಕೆ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆ ಎಂದು ಹೆಸರು.

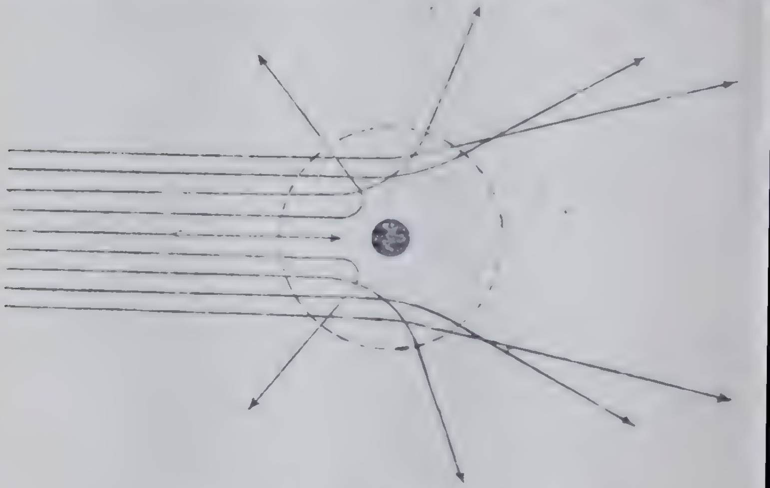
ಈ ರಶ್ಮಿಗಳ ವಿಷಯಕವಾದ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಅ
ಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರು ಜಾತಿಯ ರಶ್ಮಿಗಳಿವೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯಿತು.
ರಶ್ಮಿಗಳ ಹತ್ತಿರ ಒಂದು ಸೂಜಿಗಲ್ಲನ್ನು ತಂದರೆ ಒಂದು ರಶ್ಮಿ
ಗುಂಪು ಒಂದು ಕಡೆಗೆ ಬಹಳವಾಗಿ ಬಾಗುವುದು. ಇದು
ಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಮೂಹವೆಂದು ಕಂಡುಬರುವುದು. ಈ ರಶ್ಮಿಗಳ

ಬೀಟಾ ರಶ್ಮಿಗಳೆಂದು ಕರೆಯುವರು ಮತ್ತೊಂದು ರಶ್ಮಿಯ ಗುಂಪು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ಕಡೆಗೆ ಬಾಗುವುದು. ಈ ರಶ್ಮಿಗಳು ಧನವಿದ್ಯುತ್ ಉಳ್ಳ ಕಣಗಳು. ಈ ರಶ್ಮಿಗಳಿಗೆ ಆಲ್ಫ ರಶ್ಮಿಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಮತ್ತೆ ಒಂದು ರಶ್ಮಿಗಳ ಗುಂಪು ಯಾವ ಕಡೆಗೂ ಬಾಗದೇ ನೇರವಾಗಿ ಹೋಗುವುದು. ಇವು ಬೆಳಕಿನಂತೆ ಇರುವುವೆಂದೂ ಆದರೆ ಬೆಳಕಿಗಿಂತ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದವುಗಳೆಂದೂ ಕಂಡುಬರುವುದು. ಈ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು ಗ್ಯಾಮಾ ರಶ್ಮಿಗಳೆಂದು ಕರೆಯುವರು.

ರದರ್‌ಫರ್ಡ್ ಮತ್ತು ಅವರ ಜೊತೆ ಸಂಶೋಧಕರು ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಅವುಗಳ ವಿದ್ಯುದಂಶ ೨e ಎಂದೂ ಅವುಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ಜಲಜನಕದ ದ್ರವ್ಯಾಂಶಕ್ಕಿಂತ ಸುಮಾರು ನಾಲ್ಕು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚೆಂದೂ ನಿರ್ಧರಿಸಿದರು. ಆದುದರಿಂದ ಅವರಿಗೆ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳು ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಹೀಲಿಯಂ ಅಯಾನುಗಳೆಂದು ತಿಳಿಯಿತು.

ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಹಾಯುವಾಗ ರೇಖಾಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಅವು ಚದುರುವುದೂ ಉಂಟು. ಇದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ ರದರ್‌ಫರ್ಡ್ ಅವರು ಅವುಗಳ ಚದುರಿಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲು ಮುಂದಾದರು. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ನೆರವಾದವರು ಗೈಗರ್ ಮತ್ತು ಮಾರ್ಸ್‌ಡನ್. ಅವರು ಆಲ್ಫ ಕಣದ ಮೂಲಗಳು ತೆಳುವಾದ ಪ್ಲಾಟಿನಂ, ಚಿನ್ನ, ಬೆಳ್ಳಿ ಮುಂತಾದ ತಗಡುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಚದುರಿದ ಕಣಗಳನ್ನು ಜಿಂಕ್ ಸಲ್ಫೈಡ್ ಸ್ಫುರಣ ತೆರೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದರು. ಈ ಪ್ರಯೋಗ

ಗಳಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಆಲ್ಫಕಣಗಳು 90⁰ ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು
ಯಾಗಿ ಚದುರುವುದು ತಿಳಿಯಿತು. ಇಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಕೋನ
ಚದುರಿಕೆಯನ್ನು ಥಾಮ್ಸನ್ ಅವರ ಪರಮಾಣು ಪ್ರತಿಕೃತಿ
ನೆರವಿನಿಂದ ವಿವರಿಸಲು ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆಲ್ಫಕಣಗಳು ಹೆಚ್ಚು
ಯಾಗಿ ಚದುರಬೇಕಾದರೆ ಅವು ಬಹಳ ಕಡಮೆ ಪ್ರದೇಶದ
ಸಂಚಯವಾಗಿರುವ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶಕ್ಕೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯಬೇಕ
ರದರ್‌ಫರ್ಡ್ ಅವರು ಅಂಥ ಆಲೋಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋ
ಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಹಾಕಿದರು. ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಕ
ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಕ್ಕೂ ಹೊಂದಿಕೆಯಾಯಿತು. ಆದುದರಿಂದ ಅವ
ಯಾವುದೆ ಪರಮಾಣುವಾಗಲಿ ಅದರ ಎಲ್ಲಾ ಧನವಿದ್ಯುದಂ



ಚಿತ್ರ೭. ಆಲ್ಫಕಣಗಳ ಚದುರಿಕೆ

ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಅದರ ಹೆಚ್ಚುಪಾಲು ದ್ರವ್ಯಾಂಶ, ಅದರ ಕೇಂದ್ರ
ದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಕಡಮೆ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಸಂಚಯವಾಗಿರಬೇಕು ಎಂದ
ತಿಳಿಸಿದರು. ಪರಮಾಣುವಿನ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶ ಮತ್ತು ಅದ
ಹೆಚ್ಚುಪಾಲು ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ಸಂಚಯವಾಗಿರುವ ತಿರುಳನ್ನು

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಪ್ರತಿಕೃತಿ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೇಗೆ ಹಂಚಿಕೆಯಾಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

ಪರಮಾಣುವಿನ ಗಾತ್ರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಏಲಿಯ ಮಿಲಿಯ ಪಾಲು ದೊಡ್ಡದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದಲ್ಲಿ Ze ವಿದ್ಯುದಂಶವಿದ್ದರೆ ಅದರ ಹೊರಗೆ Z ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಅವು ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿದ್ದರೆ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶದ ಆಕರ್ಷಣೆಗೊಳಪಟ್ಟು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಕಡೆ ಚಲಿಸಿ ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಅದರಲ್ಲಿ ಐಕ್ಯವಾಗಿ ಬಿಡುತ್ತವೆ. ಪರಮಾಣುಗಳು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು, ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುತ್ತಿರುವಂತೆ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುತ್ತಿರಬೇಕು ಎಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಆಗ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ನಡುವೆ ವರ್ತಿಸುವ ಕೂಲಂಬ್ ಬಲಕ್ಕೆ ಸರಿಸಮವಾದ ಕೇಂದ್ರಾಪಗಮನ ಬಲವಿರುವುದರಿಂದ ಸ್ಥಿರತೆ ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ.

ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಮತ್ತು ಅದರ ಸುತ್ತ ಗೊತ್ತಾದ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು — ಹೀಗೆ ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ಊಹಿಸಿಕೊಂಡರೂ ಮತ್ತೂ ಒಂದು ಸಮಸ್ಯೆ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ವೃತ್ತಾಕಾರವಿರಲಿ, ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರವಿರಲಿ ಅಂಥ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕಣ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅದು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ತರಂಗರೂಪದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತ ಸಂಕುಚಿಸುವ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಕ್ಕೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯಬೇಕು ಎಂದಾಯಿತು.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸುತ್ತ ಸಂಕುಚಿಸುವ ಪಥದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ
ತಿರುಗುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅಂಥ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಅಖಂಡ ತರಂಗಾತ
ವುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆ ವಿಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ
ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ವಿಸರ್ಜನೆಯಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರಭ
ಯಿಂದುಂಟಾದ ವರ್ಣದ ಪಟಲಗಳನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ರೇಖೆಗಳ
ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ಪರಮಾಣುಗಳ ಸ್ಥಿರತೆ ಮತ್ತು ರೇಖೆಯ ವರ್ಣ
ಪಟಲಗಳನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ನೀಲ್ಸ್‌ಬೋರ್ ಅವರು
ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸುತ್ತ ಕೆಲವು ಗೊತ್ತಾ
ಕಕ್ಷಾಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ತಿರುಗುತ್ತವೆಂದೂ, ಅಂಥ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ
ತಿರುಗುವಾಗ ಅವು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ
ತಮ್ಮ ಒಂದು ಹೊಸ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದರು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ
ಗಳು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳದೆ ತಿರುಗುವ ಪಥಗಳನ್ನು
"ಸ್ಥಿರ" ಪಥಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಒಂದು
ಸ್ಥಿರಪಥದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ನೆಗೆಯಬಹುದು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು
ಮೇಲಿನ ಪಥದಿಂದ ಕೆಳಗಿನ ಪಥಕ್ಕೆ ನೆಗೆದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ
ಅಲೆ ವಿಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಅಂಥ ಅಲೆ
ಯನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಕೆಳಗಿನ
ಪಥದಿಂದ ಮೇಲಿನ ಪಥಕ್ಕೆ ನೆಗೆಯುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ
ರೋಹಿತದ ಒಂದು ಭಾಗ ಬೆಳಕು.

ಬೋರ್ ಅವರು ತಮ್ಮ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ನೆರವಿನಿಂದ ಜಲಜನಕದ
ವರ್ಣಪಟಲವನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ವಿವರಿಸಿದರು. ಆದುದರಿಂದ
ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನೂ ಅದರ ಸುತ್ತ ಕಕ್ಷಾಪಥ
ಗಳಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನೂ ಚಿತ್ರಿಸುವ ಪರಮಾಣು
ಪ್ರತಿಕೃತಿ ಸರ್ವಮನ್ನಣೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಿತು. ಈ ಪರಮಾಣು

ಪ್ರತಿಕೃತಿಯನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಪರಮಾಣು ಪ್ರತಿಕೃತಿ ಅಥವಾ ರದರ್‌ಫರ್ಡ್–ಬೋರ್ ಪರಮಾಣು ಪ್ರತಿಕೃತಿ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಪರಮಾಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಲಾರವೆಂಬುದು ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯಾ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ನಿರಾಕರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಪರಮಾಣುಗಳು ಪರಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತಿರುವುದೆಂದು ಕಂಡುಬರುವುದು. ಪದಾರ್ಥಪರಿವರ್ತನ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೯೧೯ರಲ್ಲಿ ರದರ್‌ಫರ್ಡ್ ಅವರು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವು ೪ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ ಆಲ್ಫ ಕಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಎಕ್ಸ್ I ಎಂಬ ಬೇರೆ ಪರಮಾಣುವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುವುದು. ಯುರೇನಿಯುಎಕ್ಸ್ I ಎಂಬುದು ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಹೊರಸೂಸಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಎಕ್ಸ್ II ಎಂಬ ಪರಮಾಣುವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು. ಹೀಗೆಯೇ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವು ೨೨೬ ಆದರೆ ಅದು ರೇಡಿಯಂ ಎಂಬ ಧಾತುವಾಗುವುದು. ರೇಡಿಯಂ ಎಂಬ ಪರಮಾಣುವೂ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯುಳ್ಳದ್ದು. ಅದೂ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳನ್ನೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನೂ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಹೊರಸೂಸಿಕೊನೆಗೆ ೨೦೬ ತೂಕವುಳ್ಳ ಸೀಸದ ಪರಮಾಣುವಾಗುವುದು. ಅಂದರೆ ೨೩೮ ತೂಕವುಳ್ಳ ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹವು ಕೊನೆಗೆ ೨೦೬ ತೂಕವುಳ್ಳಸೀಸವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುವುದು. ಹೀಗೆಯೇ ಥೋರಿಯಂ ಎಂಬ ಲೋಹವೂ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿ ಕೊನೆಗೆ ಸೀಸವಾಗುವುದು.

ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆ

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಪರಮಾಣುವಿನ ಪರಿವ
ನೆಯು ನಡೆಯುತ್ತಿರುವಾಗ ಅಂತಹ ಪರಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಸಂಶೋ
ಧನಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಕೃತಕವಾಗಿ ನಡೆಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಾರದೇ
ಎಂದು ರದರ್‌ಫರ್ಡ್‌ರವರಿಗೆ ತೋರಿತು. ಅದಕ್ಕೋಸ್ಕರವಾ
ಅವರು ಹಗುರವಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳಿಂದ ಆಲ್ಫಕಣಗಳು ಚದುರ
ವುದನ್ನು ತಮ್ಮ ಸಹ ಕೆಲಸಗಾರರೊಂದಿಗೆ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಅಭ್ಯಾ
ಮಾಡಿದರು. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟ ಆಲ್ಫಕಣಗಳ ಆಕರದಿಂದ ಜಿಂಕ್ ಸ
ಲ್ಫೈಡ್ ತೆರೆಯಮೇಲೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತಿದ್ದ ಸ್ಫುರಣಗಳನ್ನು ಅವರ
ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದಾಗ ತೆರೆಗೂ ಆಕರಕ್ಕೂ ಇರುವ ಅಂತರ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ
ಆಲ್ಫಕಣಗಳು ಹಾಯಬಹುದಾದ ದೂರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದಾ
ಗಲೂ ಸ್ಫುರಣಗಳು ಸಂಭವಿಸುವುದು ಕಾಣಿಸಿತು. ಹೀಗೆ ಸ್ಫುರಣ
ಗಳು ಸಂಭವಿಸಬೇಕಾದರೆ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕಣಗಳು ತೆರೆ
ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯಬೇಕು. ಮೊದಲು ಈ ಸ್ಫುರಣಗಳಿಗೆ ಆಕರದ
ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಆಲ್ಫಕಣ
ಗಳು ಹೊರದೂಡುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಕಾರಣವಾಗಿರಬಹು
ದೆಂದು ಅನುಮಾನಿಸಲಾಯಿತು. ನಂತರ ನಿಕರವಾದ ತೀಮಾ
ನಕ್ಕೆ ಬರಲು ರದರ್‌ಫರ್ಡ್ ಅವರು ಗಾಳಿತುಂಬಿದ ಒಂದು ಮಂ
ರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದರು. ಈ
ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಅವರು ಆಲ್ಫಕಣಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸಾ
ಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ನಡೆಸುವ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಆಮ
ಜನಕದ ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಉಂಟಾಗು

ವೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಿದರು. ಈ ಪ್ರಯೋಗವೆ ಮನುಷ್ಯ ಕೃತಕವಾಗಿ

$${}_7N^{14} + {}_2He^4 \rightarrow {}_8O^{17} + {}_1p^1$$

ಪರಮಾಣುವಿನ ಪರಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ನಡೆಸಿದುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಥಮ ಸಾಕ್ಷಿ. ಬ್ಲಾಕೆಟ್ ಅವರು ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮೇಘ ಮಂದಿರದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದು ರದರ್‌ಫರ್ಡ್ ಅವರ ಶೀರ್ಮಾನ ವನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿದರು.



ಚಿತ್ರ ೮. ಬ್ಲಾಕೆಟ್ ಅವರು ಪಡೆದ ಮೇಘಮಂದಿರದ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಬಹಳ ಉಪಕಾರಿಯಾದ ಮೇಘ ಮಂದಿರವನ್ನು ರಚಿಸಿದವರು ವಿಲ್ಸನ್ ಅವರು. ಮೇಘ

ಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಆವಿಯು ತುಂಬಿರುವುದು. ಈ ಆವಿಯನು
ಹಠಾತ್ತಾಗಿ ವಿಕಾಸಮಾಡಿದರೆ ತಂಪು ಉಂಟಾಗುವುದು
ಆವಿಯು ನೀರಿನ ಹನಿಯಾಗಲು ಆವಿಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರು
ಕಣಗಳಿರಬೇಕು. ಆ ಕಣಗಳ ಮೇಲೆ ಆವಿಯು ತುಂತುರ
ತುಂತುರುಗಳಾಗಿ ನೀರಿನ ಹನಿಗಳುಂಟಾಗುವುವು. ಈ ರೀತಿಯ
ಮೇಘ ಮಂದಿರದ ಹತ್ತಿರ ಒಂದು ಯುರೇನಿಯಂ ಲವಣ
ಹರಳನ್ನಿಟ್ಟರೆ ಆದರಿಂದ ಹೊರಸೂಸುವ ಆಲ್ಫ ಕಣವು ಆ
ಯನ್ನು ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ ಆವಿಯನ್ನು ಹಠಾತ್ತನೆ ವಿಕಾ
ಮಾಡಿದರೆ ಆಲ್ಫಕಣವು ಹೋದ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ತುಂತು
ಗಳುಂಟಾಗುವುವು. ಅವುಗಳನ್ನು ಫೋಟೋ ತೆಗೆದರೆ ನೀರಿ
ಹನಿಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಒಂದು ಯು ಕಾಣುವುದು.

ರದರ್‌ಫರ್ಡ್ ಅವರು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೯೩೦ ರಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಶಿಷ್ಯರು
ಳಿಂದ ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಮಾಡಿಸಿದರ
ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಗೆ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಬೇಕಾಗಿರುವುದು ಕ
ಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೆ ವೇಗವನ್ನು ಕೊಡುವ ಉಪಕರಣಗಳ
ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಕಣಗಳನ್ನೂ ಅವುಗಳಿ
ವೇಗವನ್ನು ಕೊಡುವ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವು
ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಪಂಚದ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಭೌತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ
ನಿರತರಾದರು. ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳಿಂ
ಅನೇಕ ಹೊಸ ಕಣಗಳೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟವು. ಪರಮಾಣ
ಪರಿವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ಇದುವರೆಗೂ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಕ
ಗಳೆಂದರೆ (i) ಆಲ್ಫಕಣಗಳು (ii) ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು (i
ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು (ಶೂನ್ಯಕಣಗಳು) (iv) ಡ್ಯೂಟ್ರಾ

ಗಳು. ಈ ಕಣಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಒಂದೆರಡು ಮಾತು ಹೇಳ ಬಹುದಾಗಿದೆ.

(i) ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳು : ಇವು ಹೀಲಿಯಂ ಅಥವಾ ಅಕರ್ಾನಿಲದ ಪರಮಾಣುವಿನ (ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ) ಇವು ಯುರೇನಿಯಂ, ರೇಡಿಯಂ, ಪ್ರೋಲೋನಿಯಂ ಮುಂತಾದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಹೊರಸೂಸುವುವು. ಅವುಗಳ ವೇಗವು ಸುಮಾರು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧೧೦ರಿಂದ ೩೦ ಸಾವಿರ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟಿರುವುದು.

(ii) ಪ್ರೋಟಾನು ಕಣಗಳು: ಪ್ರೋಟಾನ್ ಕಣವು ಜಲಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯವು. ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಹೊರಗೆ ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಎಂಬುದು ಉಂಟಾಗುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಉಪಕರಣಗಳಿಂದ ವೇಗವನ್ನುಂಟುಮಾಡಬೇಕು ಇವುಗಳ ವೇಗವು ಸುಮಾರು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೨೦ ಸಾವಿರ ಮೈಲಿಗಳಿಗೂ ಹೆಚ್ಚು ಇರಲು ಸಾಧ್ಯ.

(iii) ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು: ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಎಂಬ ಕಣವನ್ನು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೯೩೨ರಲ್ಲಿ ಚಾಡ್‌ವಿಕ್ (Chadwick) ಎಂಬುವರು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ನಡಸುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬೆರಲಿಯಂ ಎಂಬ ಲೋಹದ ತಗಡಿನ ಮೇಲೆ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳನ್ನು ಬೀರಿದಾಗ ಆ ಲೋಹದಿಂದ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಅತ್ಯಂತ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ರಶ್ಮಿಗಳು ಬಂದುವು. ಆ ರಶ್ಮಿಗಳು ಬಹಳ ದಪ್ಪವಾಗಿರುವ ಸೀಸದ ತಗಡನ್ನೂ ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೋಗುವಷ್ಟು ತೀಕ್ಷ್ಣವಾಗಿದ್ದುವು. ಆ ರಶ್ಮಿಗಳು ಕಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವುವೆಂದೂ ಮತ್ತು ಆ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಇರುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಈ ರೀತಿಯ ಕಣಗಳಿಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು (ಶೂನ್ಯಕಣ) ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಅವುಗಳು ಪ್ರೋಟಾನಿಗೆ ಸಮಾನವಾದ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ

ವುಗಳು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ಬಹ ಸಹಕಾರಿಗಳಾಗಿರುವುವು. ಏಕೆಂದರೆ ಆಲ್ಫಕಣ ಮತ್ತು ಪ್ರೊ ಟಾನುಗಳು ಧನ ವಿದ್ಯುದಂಶದಿಂದ ಕೂಡಿರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳ ಹತ್ತಿರ ಹೋಗಲು ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾಗಿ ಅಸಮರ್ಥಗಳು. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶ ಇರುವುದರಿಂದ ಅವು ಈ ಕಣಗಳನ್ನು ದೂರೀಕರಿಸುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಕಣಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು ಅವನ್ನು ಪರಿವರ್ತನೆ ಮಾಡುವ ಸಂಭವವು ಕಡಮೆ; ವೇಗೋತ್ಕ ರ್ಷದಿಂದ ಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯವನ್ನು ಸಂಧಿಸಿ ಅದನ್ನು ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ; ಏಕೆಂದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದಿಂದ ಹೊರದೂಡಲ್ಪಡ ಲಾರದು.

(iv) **ಡ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು**: ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು ಒಂದು ಎಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದೆ. ಆದರೆ ೨ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ ಜಲಜನಕವೂ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವುದೆಂದು ಕಂಡು ಬರುವುದು. ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೯೩೨ರಲ್ಲಿ ಯೂರೇ (Urey) ಎಂಬ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ೨ ತೂಕವುಳ್ಳ ಜಲಜನಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಅದಕ್ಕೆ **ಡ್ಯೂಟೆರಿಯಂ** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಜಲಜನಕದಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಪರೀಕ್ಷೆಮಾಡಿ ನೋಡಿದರೆ ಅದರ ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕವಾದ ಗೆರೆಗಳು ಕಾಣುವುವು. ಆ ಗೆರೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಗೆರೆಯೂ ಅಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಗೆರೆಯಿಂದ ಕೂಡಿದು ದಾಗಿ ಕಂಡು ಬಂದಿತು. ಈ ಅಸ್ಪಷ್ಟ ಗೆರೆಗಳು ೨ ದ್ರವ್ಯಾಂಶದ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಉಂಟಾದ

ವುಗಳು. ಈ ಭಾರವಾದ ೨ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯವೇ **ಡ್ಯೂಟ್ರಾನ್** ಎಂಬುದು.

ಕಾಕ್ರಾಫ್ಟ್–ವಾಲ್ಟನ್ ಗುಣಕ

ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಭೇಧಿಸಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಕೇವಲ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ರಶ್ಮಿವಿಕ್ಷೇಪದಿಂದ ವೇಗವಾಗಿ ಬರುವ ಆಲ್ಫಕಣಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ ಇತರ ಕಣಗಳನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂದು ರದರ್‌ಫರ್ಡ್ ಅವರಿಗೆ ತೋರಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಅವರ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾದವು. ಆ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಕಣಗಳಿಗೆ ವೇಗವನ್ನು ಕೊಡುವಂಥ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡುವುದು ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವಾದ ಭಾಗವಾಯಿತು. ಕಾಕ್ರಾಫ್ಟ್ ಮತ್ತು ವಾಲ್ಟನ್ ಎಂಬುವರು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿಗೆ ಸುಮಾರು ೧ ಲಕ್ಷ ವೋಲ್ಟ್ ಒತ್ತಡದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಿಂದ ಕಣಗಳಿಗೆ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೨೦ ಸಾವಿರ ಮೈಲಿ ವೇಗವು ಉಂಟಾಗುವ ಯಂತ್ರವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದರು. ಈ ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಕಾಕ್ರಾಫ್ಟ್-ವಾಲ್ಟನ್ ಗುಣಕ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಮೇಲೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಬೀರಿದರೆ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಹೊರಗೆ ಬಂದು ಪ್ರೋಟಾನು ಮಾತ್ರ ಉಳಿಯುವುದು. ಈ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿಗೆ ವೇಗವನ್ನು ಯಂತ್ರದಿಂದ ಉಂಟುಮಾಡಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಲಿಥಿಯಂ ಎಂಬ ಪರಮಾಣುಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀರಿದಾಗ ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಯು ಉಂಟಾಯಿತು. ಲಿಥಿಯಂ ಪರಮಾಣು ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿತು. ಈ ಪರಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಕೆಳಕಂಡ ಸಮೀಕರಣವು ಸೂಚಿಸುವುದು.

$$_{3}Li^{7} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{2}He^{4} + {}_{2}He^{4}$$

ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯೧೯ರಲ್ಲಿ ರದರ್‌ಫರ್ಡ್‌ರ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ.

ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯೩೨ರಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಈ ಪ್ರಯೋಗವೇ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ಮನುಷ್ಯನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆ ಮಾಡಿ ದಾಗಿರುವುದು.

ವಾನ್ ಡಿ ಗ್ರಾಫ್ ಉತ್ಪಾದಕ

ಕ್ರಿ.ಶ.೧೯೩೧ರಲ್ಲಿ ವಾನ್‌ಡಿಗ್ರಾಫ್ (Van de Graaf ಎಂಬುವರು ಅಮೆರಿಕದೇಶದಲ್ಲಿ ಕಣಗಳಿಗೆ ವೇಗವನ ಕೊಡುವ ಒಂದು ಉಪಕರಣವನ್ನು ತಯಾರುಮಾಡಿದರು. ಉಪಕರಣದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೨೦ ಅಡಿ ಕಂಬಗಳ ಮೇಲೆ ಬಹ ದೊಡ್ಡ ಆಕಾರದ ಎರಡು ತಾಮ್ರದ ಗೋಳಗಳಿಗೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಒತ್ತಡವು ೫೦ ಲಕ್ಷ ವೋಲ್ಟ್‌ಗಳಿರುವಂತೆ ಏರ್ಪಾಡು ಮಾಡಿ ವುದು. ಈ ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಡದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಿಂದ ಕಣಗಳ ಹೆಚ್ಚು ವೇಗವನ್ನು (ಸುಮಾರು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೫೦ ಸಾವಿ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು) ಕೊಡಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಸೈಕ್ಲೊಟ್ರಾನ್

ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯೩೨ರಲ್ಲಿ ಲಾರೆನ್ಸ್ ಎಂಬ ಅಮೇರಿಕದೇಶದ ವೈಜ್ಞಾ ನಿಕನು ಸೈಕ್ಲೊಟ್ರಾನ್ ಎಂಬ ಉಪಕರಣವನ್ನು ತಯಾ ಮಾಡಿದನು. ಈಗಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲೂ ಮತ್ತು ಪ್ರಯೋ ಗಳಲ್ಲೂ ಸೈಕ್ಲೊಟ್ರಾನ್ ಬಹಳ ಉಪಯೋಗದಲ್ಲಿರುವುದು. ಇದರಿಂದ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕಣಗಳಿಗೆ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧೦ ರಿಂದ ೧೦ ಸಾವಿರ ಮೈಲಿ ವೇಗವನ್ನು ಕೊಡಲು ಸಾಧ್ಯ. ಈ ಯಂತ್ರದ ಕಣಗಳು D ಆಕಾರವುಳ್ಳ ಎರಡು ಟೊಳ್ಳಾದ ಡಬ್ಬಿಗಳ ಸುತ್ತುವಂತೆ ಏರ್ಪಡಿಸಲಾಗುವುದು. ಕಣಗಳು ಒಂದು ಡಬ್ ಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಡಬ್ಬಿಗೆ ಹಾಯುವಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇ ದಿಂದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಡಬ್ಬಿಗಳು ದೊ ವಿದ್ಯುಂತ್ಕಾಂತದ ಎರಡು ಧೃವಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಕ

ಗಳು ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ತಿರುಗುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಅವುಗಳ ಪಥದ ತ್ರಿಜ್ಯ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಅವು ಡಬ್ಬಿಯ ಗೋಡೆಯ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ ಬಾಗಿಸುವ ತಾಟಿನಿಂದಾಗಿ ಹೊರಗೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಬೇಕಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ವಿವಿಧ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

ಪ್ರೋಟಾನುಗಳನ್ನು, ಆಲ್ಫಕಣಗಳನ್ನೂ, ಡ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ವೇಗವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿ ವಿವಿಧವಾದ ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಗಳು ಸಂಶೋಧನಾಲಯದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ

$$_9F^{19} + _1p^1 \rightarrow _8O^{16} + _2He^4$$

ಫ್ಲೋರೀನ್ ಎಂಬ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರೋಟಾನನ್ನು ಬೀರಿದಾಗ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲದ ಪರಮಾಣುಗಳುಂಟಾದವು.

$$_5B^{11} + _1p^1 \rightarrow _6C^{12}$$

ಬೋರಾನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರೋಟಾನನ್ನು ಬೀರಿದಾಗ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವು ಉಂಟಾಯಿತು.

$$_7N^{14} + _1D^2 \rightarrow _6C^{12} + _2He^4$$

ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೇಲೆ ಡ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಣವನ್ನು ಬೀರಿದಾಗ ಇಂಗಾಲದ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲದ ಪರಮಾಣುಗಳುಂಟಾದವು.

$$_4Be^9 + _1D^2 \rightarrow _5B^{10} + _0n^1$$

ಬೆರಿಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೇಲೆ ಡ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಣವನ್ನು

ಬೀರಿದಾಗ ಬೋರಾನ್ ಪರಮಾಣುವೂ ನ್ಯೂಟ್ರಾನೂ ಉಂಟಾದುವು.

ಹೀಗೆಯೇ $_{13}Al^{27}+{}_{2}He^{4}\rightarrow{}_{15}P^{30}+{}_{0}n^{1}$

ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಲೋಹದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೇಲೆ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳನ್ನು ಬೀರಿದಾಗ ರಂಜಕದ ಪರಮಾಣುವೂ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನೂ ಉಂಟಾದವು

ಹಾಗೆಯೇ $_{7}N^{14}+{}_{0}n^{1}\rightarrow{}_{6}C^{14}+{}_{1}p^{1}$

ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನಮೇಲೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಬೀರಿದಾಗ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವೂ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೂ ಉಂಟಾದುವು.

$$_{6}C^{12}+{}_{0}n^{1}={}_{4}Be^{9}+{}_{2}He^{4}$$

ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಮೇಲೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಬೀರಿದಾಗ ಬೆರಿಲಿಯಂ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲದ ಪರಮಾಣುಗಳುಂಟಾದವು.

ಪಾದರಸದಿಂದ ಬಂಗಾರ : ಪಾದರಸವನ್ನೂ, ಇತರ ಅಲ್ಪ ಲೋಹಗಳನ್ನೂ ಭಂಗಾರವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಲು ಬಹಳ ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಅನೇಕರು ಪ್ರಯತ್ನಪಟ್ಟು ವಿಫಲರಾಗಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ಪಾದರಸವನ್ನು ಭಂಗಾರವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು: ಕ್ರಿ.ಶ.೧೯೪೧ರಲ್ಲಿ ಷರ್ ಮತ್ತು ಬೈನ್‌ಬ್ರಿಡ್ಜ್ ಎಂಬ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಪಾದರಸವನ್ನು ಭಂಗಾರವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿದರು.

$$_{80}Hg^{200}+{}_{1}p^{1}\rightarrow{}_{79}Au^{197}+{}_{2}He^{4}$$

ಪ್ರೇರಿತ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆ(Induced Radioactivity)

ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಸಿದ್ಧವಾದ

ಮತ್ತೊಂದು ವಿಶೇಷವೇನೆಂದರೆ ಪ್ರೇರಿತ ರಶ್ಮಿ ವಿಕ್ಷೇಪ. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಬಹಳ ತೂಕವಿರುವ ಯುರೇನಿಯಂ, ರೇಡಿಯಂ, ಥೋರಿಯಂ ಮುಂತಾದ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತ ಆಲ್ಫ, ಬೀಟ ಮತ್ತು ಗ್ಯಾಮಾ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ಗರ್ಭದಿಂದ ಹೊರಸೂಸುವುವೆಂದು ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದೆ. ಈ ರೀತಿಯಾದ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರಭಾವಿಕ್ಷೇಪವು ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಭಾರವಾದವುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಕಂಡುಬರುವುದು. ಆದರೆ ಹಗುರವಾದ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ತೆರನಾದ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದಾಗಿದೆ. ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗೆ ಪ್ರೇರಿತ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯೩೪ರಲ್ಲಿ ಜ್ಯೋಲಿಯೋ ಮತ್ತು ಕ್ಯೂರಿ ದಂಪತಿಗಳು ಬೋರಾನ್, ಮ್ಯಾಗ್ನೀಸಿಯಂ, ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಮುಂತಾದ ಪದಾರ್ಥಗಳ ತಗಡಿನಮೇಲೆ ವೇಗವಾದ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳನ್ನು ಬೀರಿದಾಗ ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಯುಂಟಾದುದಲ್ಲದೇ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲದವರೆಗೂ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆಯು ಕಂಡು ಬರುತ್ತಿತ್ತು.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ

$$_5B^{10} + {}_2He^4 = {}_7N^{13} + {}_0n^1$$

ಬೋರಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳಮೇಲೆ ಆಲ್ಫ ಕಣವನ್ನು ಬೀರಿದಾಗ ನ್ಯೂಟ್ರಾನೂ ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುವೂ ಉಂಟಾದವು. ಇದು ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆ ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ; ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ೧೩. ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ೧೪, ಆದರೆ ೧೩ ದ್ರವ್ಯಾಂಶದ ಸಾರಜನಕವು ಇಂಗಾಲವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ

ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ಎಂಬ ಕಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವುದು. ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ಎಂಬುದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಎಂಬುದರಷ್ಟೇ ತೂಕವುಳ್ಳದ್ದು ಮತ್ತು ಅದರಷ್ಟೇ ಆದ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಉಳ್ಳದ್ದು. ಆದರೆ ಅದರ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಧನ ವಿದ್ಯುದಂಶ.

$$_{7}N^{13} \rightarrow {}_{6}C^{13} + {}_{1}e^{0}$$

ಹೀಗೆ ಕಣಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಸಾರಜನಕಕ್ಕೆ (೧೩) ರೇಡಿಯೋನೈಟ್ರೋಜನ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ರಂಜಕವು (ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ) ವಿಕಿರಣವಸ್ತುವಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅಂತಹ ಗುಣವುಳ್ಳ ರಂಜಕವನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ತಯಾರು ಮಾಡಬಹುದು. ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ರಂಜಕದಮೇಲೆ ಡ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಣಗಳನ್ನು ವೇಗವಾಗಿ ಬೀರಿದರೆ ರೇಡಿಯೋ ರಂಜಕವೆಂಬ ಪದಾರ್ಥವು ಉಂಟಾಗುವುದು.

$$_{15}P^{31} + {}_{1}D^{2} = {}_{15}P^{32} + {}_{1}p^{1}$$

೩೨ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ ಈ ರೇಡಿಯೋರಂಜಕವು ಗಂಧಕವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಹೊಂದಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವುದು.

$$_{15}P^{32} = {}_{16}S^{32} + {}_{-1}e^{0}$$

ಇಂತಹ ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವೈದ್ಯ ವಿಜ್ಞಾನ, ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ, ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಈಗಾಗಲೇ ಬಹು ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾದ ಹೊಸ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ.

ಪ್ರೇರಿತ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಅನೇಕ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಹೊರಗೆಡವಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯವಾದುವೆಂದರೆ ಪರಮಾಣುಗಳು. ಪರಮಾಣುವು ಪರಿವರ್ತನೆ

ಹೊಂದುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಹಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಎರಡು ಹೋಳಾಗಿ ಒಡೆದು ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳಾಗುವುದು. ಆ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅಪಾರವಾದ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುದು. ಇದೇ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ. ಈ ಅಗಾಧವಾದ ಶಕ್ತಿಯೆ ಇಂದು ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಲೋಕವನ್ನು ತಲ್ಲಣಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿರುವುದು. ಇದನ್ನೇ ವಿವೇಕದಿಂದ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಮಾನವನ ಕಲ್ಯಾಣವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಲೂ ಅವಕಾಶವಿರುವುದು.

ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ

ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಅಂತರ್ಗತವಾದ ಅಗಾಧಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರ ಗೆಡಹಲು ಅವಕಾಶ ಉಂಟೆಂಬುದನ್ನು ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಅವರ ಸಾಪೇಕ್ಷಸಿದ್ಧಾಂತ ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯೦೫ರಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅಳೆದರೂ ಒಂದೇ ಸಮ ನಾಗಿರುವುದನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡುವ ಸಲುವಾಗಿ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಅವರು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಆ ಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದ ಹಲವಾರು ಸೋಜಿಗವಾದ ವಿಷಯಗಳು ಹೊರಗೆ ಬಂದವು. ಅವು ಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಯಾವುದೆಂದರೆ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವನ್ನು ಶಕ್ತಿ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದೆಂಬ ಭಾವನೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಶಕ್ತಿ ಎಂಬುದು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಆಶ್ರಿತವಾದ ಧರ್ಮವೆಂಬ ನಂಬಿಕೆಯು ಎಲ್ಲರ ಲ್ಲಿಯೂ ಇತ್ತು. ಆದರೆ ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಅವರ ಸಿದ್ಧಾಂ ತದ ಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ವಸ್ತುವೇ ಶಕ್ತಿಯು; ವಸ್ತು ಶಕ್ತಿಗಳಿಗೆ ಅಭೇದವು. ಒಂದು ಪದಾರ್ಥದ ತೂಕಕ್ಕೂ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಶಕ್ತಿಗೂ ಒಂದು ನಿಯಮಿತ ಸಂಬಂಧವಿರುವುದೆಂದು ಅವರು ಹೇಳಿ ದರು. ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಿಂದ ಎರಡು ಸಲ ಗುಣಿಸಿದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿಮಾಣವಾಗು ವುದು ಎಂಬುದೇ ಈ ನಿಯಮ. ಒಂದು ಗ್ರಾಂ ತೂಕವಿರುವ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿದರೆ ಆ ಶಕ್ತಿಯು ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಯುದ್ಧದ ಹಡಗನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುಹಾಕುವಷ್ಟು ಆಗುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಶಕ್ತಿರೂಪವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು ಅಗಾಧವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮನುಷ್ಯನ ಕೈಲಿ ಇತ್ತಂತಾಗುವುದು. ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಶಕ್ತಿಯ

ನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೇ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯು ಪದಾರ್ಥವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುವುದೇ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನವು ಸಾಧ್ಯ ಎಂಬ ಉತ್ತರವನ್ನು ಕೊಡುವುದು.

ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಅವರ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ—ಶಕ್ತಿ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲು ರುಜುವಾತು ಸಿಕ್ಕಿದುದು ಕಾಕ್‌ಕ್ರಾಫ್ಟ್ ಮತ್ತು ವಾಲ್ಟನ್ ಅವರು ಲಿಥಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಕಣಗಳನ್ನು ಬೀರಿ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿದಾಗ. ಈ ನಿಯಮ ಸತ್ಯತೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಮೊದಲು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ದ್ರವ್ಯಾಂಶವಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕು.

ಇದರ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಸಮೀಕರಣವು ಹೀಗಿರುವುದು :

$$_{3}Li^{7} + {}_{1}p^{1} = 2\,{}_{2}He^{4}$$

ಲಿಥಿಯಂಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ೭ (ಸುಮಾರು); ಪ್ರೋಟಾನ್ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ೧ (ಸುಮಾರು); ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣು ತೂಕ (ಸುಮಾರು) ೪. ಎಡಗಡೆಯಲ್ಲಿ ಸರಿಯಾದ ದ್ರವ್ಯಾಂಶಗಳನ್ನು ಲೆಖ್ಖಹಾಕಿದರೆ ಕೆಳಗೆ ಕಂಡಂತೆ ಇರುವುದು :

Li	7.0182
H	1.0081
ಪ್ರೋಟಾನ್ ಕಣದ ವೇಗದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಶಕ್ತಿಯ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ	0.0003
ಒಟ್ಟು ತೂಕ	8.0266

ಬಲಗಡೆಯಲ್ಲಿ ಇರುವ ಎರಡು ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ

$$2 \times 4.0040 = 8.0080$$

ಬಲಗಡೆಯ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ಎಡಗಡೆಯ ದ್ರವ್ಯಾಂಶಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ ಇರುವುದು. ಅಂದರೆ ಸ್ವಲ್ಪ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು ಮಾಯವಾಗಿರುವುದು. ವಿಚಾರಮಾಡಿ ನೋಡಿದರೆ ಹೀಗೆ ಮಾಯವಾದ ೮.೦೩೬೬— ೮.೦೦೮೦=೦.೦೧೮೬ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿರುವುದು. ಈ ಶಕ್ತಿಯು ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನಶಕ್ತಿರೂಪದಿಂದ ಇರುವುದು. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿಉಂಟಾದ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಅಳೆದು ಅವುಗಳ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಆ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮವಾದ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು ಎಷ್ಟು ಎಂದು ಲೆಖ್ಖಹಾಕಿದಾಗ ಎಡಗಡೆಯ ದ್ರವ್ಯಾಂಶದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಕಡಮೆಯಾಯಿತೋ ಅಷ್ಟೇ ಎಂದು ಕಂಡುಬಂದಿತು.

ಆದರೆ ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ವೇಗವನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಎಲ್ಲಾ ಕಣಗಳೂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸಂಧಿಸಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಮಾಡಲಾರವು. ಲಕ್ಷ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೋ ಎರಡೋ ಕಣಗಳು ಮಾತ್ರ ಪರಿವರ್ತನೆ ಮಾಡಿ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಸೂಸಲು ಅವಕಾಶವಿರುವುದು. ಎಷ್ಟೋ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕಣಗಳಿಗೆ ವೇಗವನ್ನು ಕೊಡಲು ನಾವು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಬಹಳ ಕಡಮೆ ಅಂಶದ ಶಕ್ತಿಯು ಈ ಪರಿವರ್ತನೆಯಿಂದ ಹೊರಗೆ ಬರುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಬಗೆಯ ಪರಿವರ್ತನೆಯಿಂದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿಶೇಷಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಪಡೆಯುವ ಆಸೆಯು ದೂರವಾಯಿತು.

ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಎಂಬುದೇ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾದುದು. ಏಕೆಂದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಇಲ್ಲದುದರಿಂದ ಅದು ಪರಮಾಣುಗಳ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಂಧಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಪರಿವರ್ತಿಸು

ವುದು. ಆದುದರಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ನಡೆಸುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಹೇರಳವಾಗಿ ಜರುಗಿದುವು. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ನಡುವೆ ಪರಮಾಣು ಬಿರುಕುಬಿಡುವುದು ಅಥವಾ ಎರಡು ಹೋಳಾಗುವುದು ಸಾಧ್ಯವೆಂತಲೂ ಆ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುದೆಂದೂ ಕಂಡುಬಂದಿತು.

ಪರಮಾಣುವಿನ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದಿಂದ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಗೆ ಬರಲು ಅವಕಾಶ ಹೇಗಿರುವುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಸೂಚಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೂ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ಕೂಡಿಕೊಂಡಿರಲು ಅವುಗಳಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲವಿರಬೇಕು. ಆ ಕಣಗಳು ಚೆಲ್ಲಾಪಿಲ್ಲಿಯಾಗಿ ಓಡಿಹೋಗದೆ ಗುಂಪುಕಟ್ಟಿಕೊಂಡು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಇರಲು ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಬಂಧಕಶಕ್ತಿಯು ಇರಬೇಕು. ಅಲ್ಲದೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ ಶೂನ್ಯವಾದುದರಿಂದ ಪರಸ್ಪರ ದೂರೀಕರಿಸದಿದ್ದರೂ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಒಂದೇ ಜಾತಿಯ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಕೂಡಿರುವುದರಿಂದ ಪರಸ್ಪರ ದೂರೀಕರಣಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೂ ಉಂಟು. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಅವು ಪರಸ್ಪರ ದೂರೀಕರಿಸಿ ಓಡಿಹೋಗದಂತೆ ತಡೆಯುವ ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿಯು ಇರಲೇಬೇಕು. ಆದುದರಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಸಿರುವ ಈ ಕಣಗಳಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಒಂದು ತೆರನಾದ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಇದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಬೇಕಾಗಿರುವುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿಯು ಘನಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿಯೂ ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುದು. ಹಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಒಂದು ಉಪ್ಪಿನ ಹರಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ

ಓಡಿಹೋಗದೆ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಕೊಂಡಿರಲು ಕಾರಣವಿಲ್ಲ. ಒಂ
ನೀರಿನ ಹನಿಯಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳೂ ಓಡಿಹೋಗದೇ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇ
ರುವುದೂ ಈ ರೀತಿಯ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿಯಿಂದಲೇ.

ಪರಮಾಣುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯವು ನೀರಿನ ಅಥವಾ ದ್ರವದ ಒಂ
ಹನಿಯಂತೆ ಇರುವುದು ಎಂದು ಗ್ಯಾಮೊ, ಬೋರ್ ಮುಂತಾ
ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದ
ಸಿದರೆ ಹನಿ ಕಾದು ಆವಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆವಿಯನ್ನು ಘನೀಕರಿ
ದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಮೊದಲು ಒದಗಿಸಿದ್ದ ಶಕ್ತಿ ಹೊರಬರುತ್ತ
ಹೀಗೆಯೇ ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನ
ಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಕೂಡಿಸಿದರೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಶಕ್ತಿ ಹೊರಬರುವುದು.
ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವ
ಇಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಿದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳು ಬೇರ್ಪ
ತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ದ್ರವ್ಯಾಂಶಕ್ಕು ಮತ್ತು ಅದರಲ್ಲಿರುವ
ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶಕ್ಕು ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸ
ವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಅದರ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರ
ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನಿನ ಸರಾಸರಿ ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿ
ಅದು ಕಬ್ಬಿಣದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದಲ್ಲಿ ಗರಿಷ್ಠ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿ
ವುದು ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಕಬ್ಬಿಣಕ್ಕಿಂತ ಕಡ
ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸಮ್ಮಿಳಿಸಿಯಾಗಲಿ ಇ
ಅದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ ಪರಮಾಣುಗಳನ
ವಿದಳಿಸಿಯಾಗಲಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದೆ ಬಂಧ
ಶಕ್ತಿಗೆ ಮೂಲಕಾರಣ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿರು
ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳು ಪೂರ್ಣಬಂಧನಕ್ಕೊಳಗಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ

ಆದುದರಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಶಕ್ತಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ನಾವು ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈಸೆಳೆತಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಅವು ಹೊಂದಿರುವ ವಿದ್ಯುದಂಶದಿಂದಾಗಿ ಒಂದನ್ನೊಂದು ವಿಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಶಕ್ತಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಕೂಲಂಬ್ ಶಕ್ತಿಯೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಒಡೆದು ಎರಡು ಹೋಳಾದಾಗ ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಕೂಲಂಬ್ ಶಕ್ತಿಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ನೂರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ಒಡೆದಾಗ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಧನಾತ್ಮಕವಾಗಿದ್ದು ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಸೂಸುವುದು.

ಈಗ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ದೊರಕಬಹುದಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕುರಿತು ಒಂದೆರಡು ಮಾತು ಹೇಳಬಹುದಾಗಿದೆ. ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ 'ಅರ್ಗ್' (Erg) ಎಂಬ 'ಯುನಿಟ್' ಅಥವಾ ಪ್ರಮಾಣದಿಂದ ಅಳೆಯುವರು. ಒಂದು ಗ್ರಾಂ (ಅಂದರೆ ಒಂದು ಪೌಂಡ್ ತೂಕದ ಸುಮಾರು ಐನೂರರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗ) ದ್ರವ್ಯಾಂಶದ ಪದಾರ್ಥವು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ (ಅಂದರೆ ಎರಡು ಅಂಗುಲದ ಸುಮಾರು ಐದನೆಯ ಒಂದು ಭಾಗ) ವೇಗದಿಂದ ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅದರ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಒಂದು ಅರ್ಗ್ ಆಗುವುದು. ಒಂದು ಗ್ರಾಂ ತೂಕದ ನೀರನ್ನು ೧ ಡಿಗ್ರಿ ಕಾಯಿಸಲು ಸುಮಾರು ೪ ಕೋಟಿ ಅರ್ಗ್‌ಶಕ್ತಿ ಬೇಕಾಗುವುದು ಇದಕ್ಕೆ 'ಕ್ಯಾಲರಿ'(calorie) ಎಂದುಹೆಸರು. ೧೦೦೦ಕ್ಯಾಲರಿಗಳು ಒಂದು 'ಕಿಲೋಕ್ಯಾಲರಿ' ಎನಿಸುವುವು. ಒಂದು ಪೌಂಡ್ ತೂಕದ ನೀರನ್ನು ಮರಳಿಸಲು ಸುಮಾರು ೫೦ ಕಿಲೋಕ್ಯಾಲರಿ ಶಕ್ತಿಬೇಕು. ಒಂದು ಪೌಂಡ್ ತೂಕದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು

ಬೆಂಕಿಯಾಗಿ ಉರಿದಾಗ ೪೦೦೦ ಕಿಲೋಕ್ಯಾಲರಿ ಶಕ್ತಿ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಒಂದು ಪೌಂಡ್ ತೂಕದ ನೈಟ್ರೋಗ್ಲಿಸರಿ ಸಿಡಿದಾಗ ಕಣ್ಮುಚ್ಚಿ ತೆರೆಯುವುದರೊಳಗಾಗಿ ೫೦೦ ಕಿಲ ಕ್ಯಾಲರಿ ಶಕ್ತಿಯು ಉಂಟಾಗುವುದು. ಅಲ್ಯೂಮಿನಿ ಲೋಹದ ಮೇಲೆ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳನ್ನು ಬೀರಿದಾಗ ಒಂದು ಪೌಂ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಮಾರ್ಪಟ್ಟರೆ ಸುಮಾರು ೧೫ ಲಕ್ಷ ಕಿಲೋಕ ಲರಿಗಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಉಂಟಾಗುವುದು. ಒಂದು ಪೌಂಡ್ ಯು ನಿಯಂ ಲೋಹವು ಪರಮಾಣು ಒಡೆಯುವಿಕೆಗೆ ಒಳಗಾದ ಸುಮಾರು ೧೯೦ ಲಕ್ಷ ಕಿಲೋಕ್ಯಾಲರಿಗಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಹೊ ಸೂಸುವುದು. ಇದರಿಂದ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯು ಎಷ್ಟು ಅಗಾ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯಬಹುದೆಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡುವುದು.

ಆದುದರಿಂದ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯ ಪರಮಾಣುಗಳ ಪರಿವರ್ತನೆಯಿಂದಲೂ, ಪರಮಾಣು ವಿದಳನದಿಂದಲೂ (atomic fission) ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹು ಆದರೆ ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಯೋ ಕಾರಿಯಾದ ಶಕ್ತಿಯು ದೊರಕುವುದಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಪರಮಾ ಗಳನ್ನು ಪರಿವರ್ತನೆಮಾಡಲು ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಕಣಗಳ ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀರಬೇಕು. ಆದರೆ ಆ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಲಕ್ಷ ಒಂದೋ ಎರಡೋ ಕಣಗಳು ಮಾತ್ರ ಕಾರ್ಯಕಾರಿಗಳಾಗುವು ಆದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಯಿಂದ ನಮಗೆ ದೊ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ನಾವು ಕಣಗಳಿಗೆ ದೊರಕಿಸಿದ ಶಕ್ತಿಯೇ ಹೆ ಪ್ರಮಾಣದ್ದಾಗಿರುವುದು. ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆ ಪ್ರಯೋಗ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಉಪಯುಕ್ತವಾದುದಾದರೂ ಯನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಪ್ರಯೋಜನ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಉಪಯ

ವಾದುದಲ್ಲ. ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯು ನಮಗೆ ದೊರಕಲು ಅನೇಕಾನೇಕ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅತ್ಯಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಡೆಯುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ತಾನೆ ಸಾಧ್ಯ. ಸ್ವತಃ ಪ್ರವರ್ತಿತವಾದ ಮಾರ್ಗದಿಂದ ಅನೇಕಾನೇಕ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅತ್ಯಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಡೆಯುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ತಾನೆ ಸಾಧ್ಯ. ಸ್ವತಃ ಪ್ರವರ್ತಿತವಾದ ಮಾರ್ಗದಿಂದ ಅನೇಕಾನೇಕ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅತ್ಯಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಡೆಯುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯ ಎಂಬುದು ಪರಮಾಣುವಿನ ಒಡೆಯುವಿಕೆ (atomic fission) ಎಂಬ ಹೊಸ ವಿಷಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಾಗ ಗೊತ್ತಾಯಿತು.

ಕ್ರಿ.ಶ.೧೯೩೪ರಲ್ಲಿ ಜೋಲಿಯೋ ಮತ್ತು ಕ್ಯೂರಿ ದಂಪತಿಗಳು ಪ್ರೇರಿತ ರಶ್ಮಿ ವಿಕ್ಷೇಪ ಎಂಬ ವಿಷಯವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದರೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದೆ. ಈ ವಿಷಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಅನೇಕ ಸಂಶೋಧನಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆದವು. ಕ್ರಿ ಶ ೧೯೩೭ ರಲ್ಲಿ ಫರ್ಮಿ, ಸೆಗ್ರಿ (Fermi, Segre) ಮತ್ತು ಅವರ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಹಲವು ಭೌತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹದ ಮೇಲೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಬೀರಿ ಕೆಲವು ಪರಿವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದರು. ಈ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳಲ್ಲಿ ೯೨ನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವ ಯುರೇನಿಯಂಗಿಂತಲೂ ಆಚೆ ಇರಬಹುದಾದ ೯೩, ೯೪, ೯೫ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮೂಲಭೂತ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಮಾಡಿದೆಯೆಂದು ಅವರು ಭಾವಿಸಿದರು. ಆದರೆ ಕ್ರಿ. ಶ ೧೯೩೯ ರಲ್ಲಿ ಹ್ಯಾನ್ಸ್ (Hahn) ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ರಸ್‌ಮನ್ (Strassman)ಎಂಬ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹವು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಿಂದ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿದಾಗ ಉಂಟಾದ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ರಸಾಯನಕ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಗೊತ್ತು ಹಚ್ಚಲು ಪ್ರಯತ್ನಪಟ್ಟಾಗ ಯುರೇನಿಯಂ

ಪರಮಾಣುಗಳು ಅವುಗಳ ತೂಕದ ಅರ್ಧ ತೂಕವಿರುವ (ಸುಮಾರು) ಪರಮಾಣುಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಅಂದರೆ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣು ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿದು ಸುಮಾರು ಒಂದೇ ತೂಕವುಳ್ಳ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳಾಗಿ ಬಿರುಕು ಬಿಡುವುದು ಅಥವಾ ಬೇರ್ಪ ಡುವುದು. ಈ ಪರಿಶೋಧನೆಯು ಪ್ರಕಾಶಕ್ಕೆ ಬಂದಕೂಡಲೇ ಪ್ರಪಂಚದ ಇತರ ಸಂಶೋಧನಾಲಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರಯೋಗವು ನಡೆದು ಪರಮಾಣುವು ಎರಡು ಹೋಳಾಗಿ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳಾಗುವುವೆಂದು ಸ್ಥಿರಪಟ್ಟಿತು.

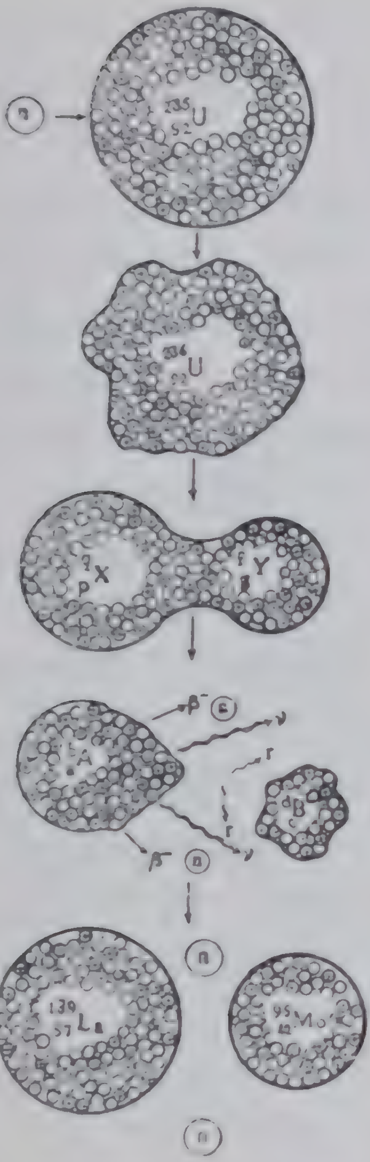
ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೇಲೆ ಒಂದುಶೂನ್ಯಕಣ ವನ್ನು ಬೀರಿದಾಗ ಒಂದು ನೀರಿನ ಹನಿಯಂತೆ ಇರುವ ಯುರೇ ನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವು ಎರಡು ಹನಿಗಳಾಗುವುದು. ಮೊದಲು ೨೩೮ ತೂಕವುಳ್ಳ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವು ೨೩೯ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಆಗುವುದು.

$$^{238}U_{92} + {}^{1}n_{0} \rightarrow {}^{239}U_{92}$$

ಅದು ಓಡಾಡುತ್ತ ಬಿರುಕು ಬಿಟ್ಟು ಅದರ ತೂಕದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಅರ್ಧ ತೂಕವಿರುವ ಬೇರಿಯಂ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಪ್ಟಾನ್ ಎಂಬ ಮೂಲಭೂತ ಪರಮಾಣುಗಳಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡುತ್ತದೆ ಜೊತೆಗೆ ಹಲವಾರು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಗೆ ಬರುವುವು.

$$^{239}U_{92} \rightarrow Ba_{56} + Kr_{36} + \text{ಹಲವು } n$$

ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬಲಗಡೆಯ ವಸ್ತುಗಳ ತೂಕವು ಎಡಗಡೆಯ ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಕಡಮೆ ಯಾದ ವಸ್ತುವು ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುವುದು. ಈ ಶಕ್ತಿಯು ಒಂದು ಪೌಂಡ್ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವು ಸಿಡಿದಾ



ಚಿತ್ರ. ೧೧. ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೫ರ ವಿದಳನ

ಸುಮಾರು ೧೯೦ ಲಕ್ಷ ಕಿಲೋಕ್ಯಾಲರಿಗಳಷ್ಟಾಗುವುದು. ಈ ರೀತಿಯಾದ ಅಧಿಕಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಗೆ ಬರುವುದೆಂಬುದು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಸ್ಥಿರಪಟ್ಟಿತು.

ಪರಮಾಣುವು ಒಡೆಯುವುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಕೂಡಲೇ ೨೩೫ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಬಹುದೆಂದು ಭೋರ್ (Bohr)ಎಂಬುವರು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟರು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಹೆಚ್ಚು ವೇಗವಾಗಿರಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹದಲ್ಲಿ ೨೩೮ ತೂಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ನೂರರಲ್ಲಿ ೯೯ ಭಾಗವೂ, ೨೩೫ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ೧ ಭಾಗವೂ ಇರುವುವು. ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ವಿದಳನದಿಂದ ಹೊರಗೆಬಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಡಿಕ್ಕಿಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಮಂದವೇಗದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ೨೩೮ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸಿಡಿಸಲು ಶಕ್ಯಗಳಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ೨೩೫ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ೨೩೮ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಬೇರೆಮಾಡಿ, ೨೩೫ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳ ಮೇಲೆ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಬೀರಿದರೂ ಸಾಕು. ಒಂದು ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವು ಸಿಡಿದು ಹಲವಾರು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಗೆಬರುವುವು. ಈ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಇತರ ೨೩೫ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸಿಡಿಸಿ ಮತ್ತೂ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಮಂದವೇಗದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಗೆಬರುವಂತೆ ಮಾಡುವುವು. ಹೀಗೆ

ಅನೇಕಾನೇಕ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಗೆಬಂದು ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಒಡೆಯುವಂತೆ ಮಾಡುವುವು. ಅಷ್ಟೇ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಸೂಸುವುದು. ಈ ರೀತಿಯಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸರಪಳಿಕ್ರಿಯೆಯು (chain reaction) ೨೩೫ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂನಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯ ಮತ್ತು ಆಗ ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯು ದೊರೆಯುವುದೂ ಸಾಧ್ಯ.



ಚಿತ್ರ. ೧೨. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ

ಭಾರವಾದ (ಯುರೇನಿಯಂನಂತೆ) ಪರಮಾಣುಗಳು ಬಿರುಕು ಬಿಟ್ಟಾಗ ಅಗಾಧಪ್ರಮಾಣದಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಸೂಸುವಂತೆ ಹಗುರ

ವಾದ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಂಧಿಸಿ ಒಂದು ಹೆಚ್ಚು ತೂಕದ ಪರಮಾಣುವಾದಾಗಲೂ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರ ಸೂಸುವುದು. ಆದರೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದುಗೂಡುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು ಸುಲಭವಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮೀಪಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವಿರುವುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ದೂರೀ ಕೃತಗಳಾಗುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ಹೀಗೆ ದೂರೀಕೃತವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುವ ವಿದ್ಯುದಂಶದ ವಿರೋಧವನ್ನು ಪ್ರತಿಭಟಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯು ಪರಮಾಣುಗಳಿಗಿದ್ದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಂಧಿಸಿ ಒಂದುಗೂಡಲು ಸಾಧ್ಯ. ಈ ರೀತಿಯಾದ ಪ್ರತಿಭಟಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯು ಪರಮಾಣುಗಳು ಬಹಳ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ಚಲನ ಶಕ್ತಿರೂಪದಲ್ಲಿ ಇರುವುದು. ವೇಗ ಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಲು ಪರಮಾಣುಗಳ ತಾಪವು ಅಥವಾ ಉಷ್ಣದಮಟ್ಟ ಸುಮಾರು ೧೦ ಲಕ್ಷ ಡಿಗ್ರಿಗಳಿರಬೇಕು. ಇಷ್ಟು ಅಗಾಧವಾದ ತಾಪದ ಮಟ್ಟವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಈ ತಾಪದ ಮಟ್ಟವು ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿಯೂ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿಯೂ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಧಿಸಿ ಒಂದುಗೂಡಿ ವಿಶೇಷಾಕಾರದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹುವುವು. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವ ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಗೆ ಇದೇ ಆಧಾರವು. ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕವು ಹೀಲಿಯಂ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹುತ್ತ ಇರುವುದು. ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಮೂರನೆಯ ಒಂದು ಭಾಗವು ಜಲಜನಕ ಎಂದು ಕಂಡುಬರುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಜಲಜನಕವು ಹೀಲಿಯಂ

ಆಗುವಾಗ ಅಪಾರಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಗೆ ಬರುವುದು. ಅಪಾರವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೋಟ್ಯಂತರ ವರ್ಷಗಳವರೆಗೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೂ ಸೂರ್ಯನೂ ಹೊರಸೂಸಿದರೂ ಅವುಗಳು ಕುಂದುವದಿಲ್ಲ.

ಹೀಗೆ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದುಗೂಡಿ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುವಾದಾಗ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಸೂಸುವುದು. ಈ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಹೈಡ್ರೋಜನ್‌ಬಾಂಬ್‌ನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವರು.

ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು

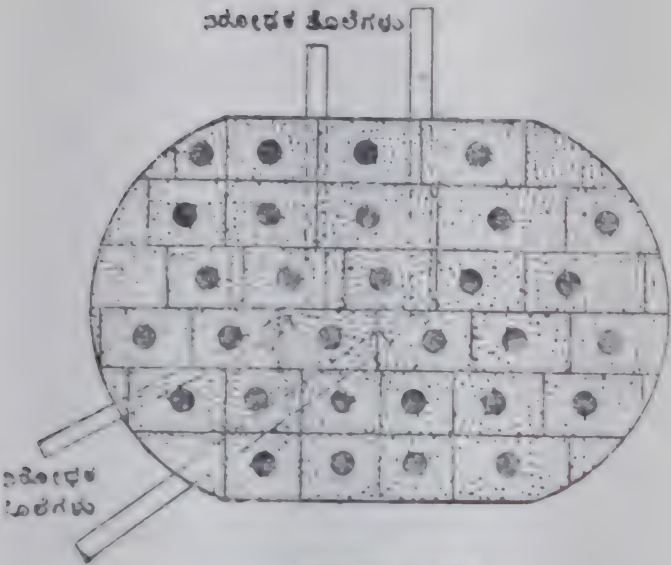
ಇಂದಿನ ಯುಗವು ಪರಮಾಣುಯುಗವೆಂದು ನಿಸ್ಸಂದೇಹವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣುವಿನ ಸಂಬಂಧವಾದ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಪದಾರ್ಥ ವಿಜ್ಞಾನವು ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತಿರುವುದಲ್ಲದೇ ಆ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹಬಹುದೆಂಬ ಅಂಶವು ಜನಜೀವನವನ್ನೂ ಪ್ರಪಂಚದ ರಾಜಕೀಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನೂ ಬಹಳವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಲು ಕಾರಣವಾಗಬಹುದಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯು ಈಗಾಗಲೇ ಆಟಂಬಾಂಬ್ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಅವತಾರ ತಾಳಿ ಪ್ರಪಂಚದ ಎರಡನೆಯ ಮಹಾಯುದ್ಧವು ಕೊನೆಗಂಡಿದೆ. ಆಟಂಬಾಂಬ್‌ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಯುದ್ಧಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಎಲ್ಲಾ ದೇಶಗಳೂ ಶ್ರಮಿಸುತ್ತಿರುವುವು. ಆಟಬಾಂಬಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ವಿನಾಶಕಾರಿಯಾದ ಹೈಡ್ರೋಜನ್‌ಬಾಂಬ್ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಮೆರಿಕದೇಶವು ತಯಾರುಮಾಡುತ್ತಿರುವುದು. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಾಂಬ್‌ಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ವಿನಾಶಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗದು. ಅದನ್ನು ಜನಜೀವನ ನಾನಾ ಉಪಯೋಗಗಳಿಗೆ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಪ್ರಪಂಚದ ನಾನಾ ಸಂಶೋಧನಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಶಾಂತಿಕಾಲದಲ್ಲಿ ಜೀವನವು ಸುಗಮವಾಗಿ ನಡೆಯಲು ಹೇಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂಬುದು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ನಿರ್ಣಯಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿದೆ.

ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯು ಹೇಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡಬಹುದೆಂಬು

ದನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ವಿವರಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

(I) **ಯುರೇನಿಯಂ ಪೈಲ್ :** ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿಯಮಿತ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಂತೆ ಯುರೇನಿಯಂ ಪೈಲ್ ಎಂಬ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯೪೨ ರಲ್ಲಿ ಫರ್ಮಿ (Fermi) ಎಂಬುವರು ನಿರ್ಮಿಸಿದರು. ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹದಲ್ಲಿ ೨೩೮ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ೧೦೦ಕ್ಕೆ ೯೯ ಮತ್ತು ೨೩೫ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ನೂರಕ್ಕೆ ೧ ಇರುವುವು. ೨೩೮ ತೂಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಿಡಿಯಲು ಹೆಚ್ಚು ವೇಗದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಬೇಕಾಗುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳು ಸಿಡಿಯುವ ಸಂಭವವೂ ಕಡಮೆ. ಆದರೆ ೨೩೫ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮಂದವೇಗದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಹೊಡೆತ ದಿಂದಲೂ ಬಿರಿಯುವುವು ಮತ್ತು ಅವುಗಳು ಒಡೆಯುವ ಸಂಭವವು ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು. ಅವುಗಳ ಸಿಡಿತದಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ಹೊರಗೆಬರುವುವು. ಈ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ವೇಗ ವಾಗಿಯೇ ಬರುವುವು. ವೇಗವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸಂಘಟಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳ ವೇಗವು ಕಡಮೆ ಯಾಗುವುದು. ಅವು ಇತರ ೨೩೫ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರ ಮಾಣುಗಳನ್ನು ಬಿರುಕುಮಾಡಲು ಶಕ್ತವಾಗುವುವು. ಈ ತತ್ತ್ವ ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಫರ್ಮಿ ಅವರು ಯುರೇನಿಯಂ ಪೈಲ್ ಎಂಬ ಉಪಕರಣವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದರು. ಇಂಗಾಲದ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳನ್ನು ಒಂದು ಜಾಲಂಧ್ರದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿ ಮಧ್ಯೆ ಮಧ್ಯೆ ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹ ಇಲ್ಲವೆ ಅದರ ಆಕ್ಸೈಡಿನ ತುಂಡು ಗಳನ್ನು ಇಟ್ಟಿರುವರು. ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಿಡಿ

ದಾಗ ವೇಗದಿಂದ ಬಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಇಂಗಾಲದಿಂದ ಮಂದ ವೇಗವನ್ನು ಹೊಂದುವುವು. ಇವು ೨೩೫ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸಂಧಿಸಿ, ಆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಿಡಿದು ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಗೆ ಬರುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಹಲವು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ವೇಗವಾಗಿ ಬರುವುವು. ಈ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ಇಂಗಾಲದಿಂದ ಮಂದ ವೇಗವನ್ನು ಹೊಂದಿ ಇತರ ೨೩೫ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸಿಡಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುವುವು. ಹೀಗೆ ಹದ್ದು ಮೀರಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಗೆ ಬಂದು ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಿಡಿಯುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಈ ಉಪಕರಣದಿಂದ ಬರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿಯಮಿತವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದಕ್ಕೋಸ್ಕರವಾಗಿ ಫರ್ಮಿಯವರು ಇಂಗಾಲದ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಕೊಳವೆಗಳನ್ನು ಹಾಕಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ ಎಂಬ ಲೋಹದ ಕಂಬಿಗಳನ್ನು ಇಟ್ಟರು. ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ ಲೋಹಕ್ಕೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹೀರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಇರುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಬರುತ್ತಿರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ ಕಂಬಿಗಳು ಹೀರುವುವು ಇದರಿಂದ ನಮಗೆ ಎಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯು ಬೇಕೋ ಅದಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲಿಸುವಂತೆ ಏರ್ಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಬಹಳವಾಗಿ, ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪತ್ತಿಯು ಅಧಿಕವಾದರೆ ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ ಕಂಬಿಗಳನ್ನು ಒಳಗೆ ನೂಕಿದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಹೀರಲ್ಪಡುವುವು ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿ ವಿಸರ್ಜನೆಯು ಕಡಮೆಯಾಗುವುದು. ನಮಗೆ ಶಕ್ತಿಯು ಬೇಕಾದಾಗ ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ ಕಂಬಿಗಳನ್ನು ಹೊರಗೆ ಸೆಳೆಯಬೇಕು.



ಚಿತ್ರ. ೧೩ ಪರಮಾಣು ಪೈಲು

ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಿಡಿದಾಗ ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಸೂಸುವುದೆಂದು ಹೇಳಿದೆ. ಪೋಳಾದ ಎರಡು ಭಾಗಗಳು ಈ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ವೇಗವಾಗಿ ಬರುವುವು. ಅವುಗಳ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯು ಶಾಖವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಯುರೇನಿಯಂಪೈಲ್ ಉಪಕರಣದ ಇಂಗಾಲದ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಕೊಳಾಯಿಗಳಿದ್ದು ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ನೀರು ಹರಿಯುತ್ತಿರುವುದು. ನೀರು ಕೊಳಾಯಿಗಳಲ್ಲಿ ಹರಿದು ಶಾಖವಾಗಿ ಹೊರಗೆ ಬರುವುದು. ಈ ಶಾಖವಾದ ನೀರನ್ನು ನಾನಾ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೯೪೨ರಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿತವಾದ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲನೆಯ ಚಿಕಾಗೋ ಪೈಲಿನಿಂದ ೨೦೦ವಾಟ್ ಶಕ್ತಿಯು ದೊರಕುತ್ತಿತ್ತು. ಇದರಿಂದ ಒಂದು ಲೋಟ ನೀರನ್ನು ೫ ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ಮರಳಿಸಬಹುದು. ಈಗ ಅನೇಕಸಾವಿರ ಕಿಲೋವಾಟ್‌ಗಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ

ಯನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಪೈಲುಗಳು ರಚಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ೮ ಲಕ್ಷ ಪ್ರಜಾಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಪಟ್ಟಣಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ೮ ಲಕ್ಷ ಕಿಲೋವಾಟ್ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯು ಬೇಕಾಗುವುದು. ಈ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ೨೮೦೦ ಟನ್ ತೂಕದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನೂ ಅಥವಾ ೧೮೦೦ ಟನ್ ತೂಕದ ಎಣ್ಣೆಯನ್ನೂ ಒಂದು ದಿನಕ್ಕೆ ಬಳಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಆದರೆ ಅಷ್ಟೇ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಲು ಕೇವಲ ೨ ಪೌಂಡ್ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹವು (೨೩೫ ತೂಕದ್ದು) ಸಾಕಾಗುವುದು.

ಯುರೇನಿಯಂ ಪೈಲಿನಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಉಪಯೋಗವೂ ಉಂಟು. ಅದೇನೆಂದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ೨೩೮ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವು ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದರೆ ಅದು ೨೩೯ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವಾಗುವುದು.

$$^{238}U_{92}+{}^{1}n_{0}\rightarrow{}^{239}U_{92}$$

ಈ ೨೩೯ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವು ಸ್ಥಾಯಿಯಾದದಲ್ಲ. ಇದು ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿ ನೆಪ್ಟ್ಯೂನಿಯಂ (Neptunium) ಎಂಬ ಮೂಲಭೂತ ಪರಮಾಣುವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುವುದು. ಆಗ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಹೊರಸೂಸುವುದು.

$$^{239}U_{92}\rightarrow{}^{239}Np_{93}+{}^{0}e_{1}$$

ಕೆಲವು ಕಾಲದ ಮೇಲೆ ಈ ನೆಪ್ಟ್ಯೂನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವೂ ಪರಿವರ್ತನೆಹೊಂದಿ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಎಂಬ ಮೂಲಭೂತ ಪರಮಾಣುವಾಗುವುದು.

$$^{239}Np_{93}\rightarrow{}^{239}Pu_{94}+{}^{0}e_{1}$$

ಈ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಎಂಬ ಮೂಲಭೂತ ಪರಮಾಣು

ವು ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹದಂತೆ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯುಳ್ಳದ್ದು. ಅಲ್ಲದೆ ಇದು ೨೩೫ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳಂತೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಹೊಡೆತದಿಂದ ಸಿಡಿದು ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಬಹಳ ಉಪಯುಕ್ತವಾದುದು.

ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ತಯಾರುಮಾಡುವ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳು ಅಮೆರಿಕ ರಷ್ಯ ಮುಂತಾದ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಇರುವುವು. ಈ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಪೈಲ್ ಎಂಬ ಉಪಕರಣವು ಅತ್ಯಂತ ಬೃಹದಾಕಾರದಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿರುವುದು. ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ತಯಾರಾಗುವುದು. ಆ ಉಪಕರಣದಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹದಲ್ಲಿ ೨೩೮ ತೂಕದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಸಂಧಿಸಿ ನೆಪ್ಟ್ಯೂನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿ ಉತ್ತರೋತ್ತರದಲ್ಲಿ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳಾಗುವುವು. ಅಮೆರಿಕಾ ದೇಶದ ಕ್ಲಿಂಟನ್ (Clinton) ಪೈಲ್ ಎಂಬ ಉಪಕರಣವು ಒಂದು ಸಾವಿರದಿಂದ ಎರಡು ಸಾವಿರ ಕಿಲೋವಾಟ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವುದು. ೧೫೦ ಟನ್ ತೂಕದ ನೀರನ್ನು ಮರಳಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹುವ ಈ ಉಪಕರಣವು ದಿನ ಒಂದಕ್ಕೆ ೨ ಪೌಂಡ್ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ತಯಾರುಮಾಡುವುದು. ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ ಉಪಕರಣವು ಶಾಖದಿಂದ ಸುಡದಂತೆ ಮಾಡಲು ನೀರನ್ನು ಕೊಳಾಯಿಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಕರಣದ ನಾನಾಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಹರಿಸುವರು. ಅದಕ್ಕೋಸ್ಕರ ಈ

ಯಂತ್ರವು ಕೊಲಂಬಿಯಾ ನದಿಯ ದಡದಲ್ಲಿರುವುದು. ಹೀಗೆಯೇ ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೯೪೫ರಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿತವಾದ ಹ್ಯಾನ್‌ಫೋರ್ಡ್ (Hanford) ಪೈಲ್ ಎಂಬ ಕಾರ್ಖಾನೆಯೂ ಕೊಲಂಬಿಯಾ ನದಿಯ ದಡದಲ್ಲಿರುವುದು. ಈ ಕಾರ್ಖಾನೆಯು ಒಂದುಸಾವಿರ ಚದರಮೈಲಿ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಆವರಿಸಿರುವುದು. ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ತಯಾರುಮಾಡುವ ೩ ಬೃಹದಾಕಾರದ ಯಂತ್ರಗಳೂ, ಅದಕ್ಕೆ ಸಹಾಯಕವಾದ ಪರಿಶೋಧನಾಲಯಗಳೂ, ಯಂತ್ರಶಾಲೆಗಳೂ ಇರುವುವು. ಅವುಗಳಿಂದ ಬರುವ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ಉಷ್ಣೋದಕವು ಕೊಲಂಬಿಯಾನದಿಯು ನೀರನ್ನು ಆ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಶಾಖವಾಗಿಟ್ಟಿರುವುದು.

(೨) ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಚಲನಶಕ್ತಿ. ಪರಮಾಣು ಸಿಡಿತದಿಂದ ಶಕ್ತಿಯು ಯುರೇನಿಯಂ ಪೈಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೊರಸೂಸಿ ಶಾಖಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಹೊಂದುವುದೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದೆ. ಈ ಶಾಖಶಕ್ತಿಯು ಯುರೇನಿಯಂ ಪೈಲ್ ಉಪಕರಣದಲ್ಲಿರುವ ಕೊಳಾಯಿಗಳ ನೀರನ್ನು ಕಾಯಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು. ಹೀಗೆ ಕಾದನೀರನ್ನು ಬೇಕುಬೇಕಾದ ಕೆಲಸಗಳಿಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಮನೆಗಳನ್ನು ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ಬೆಚ್ಚಗಿರುವಂತೆ ಮಾಡಲೂ, ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಣಗಿಸುವ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೂ ಇನ್ನೂ ಹಲವಾರು ಕೆಲಸಗಳಿಗೂ ಈ ನೀರನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಯಾವ ಯಾವ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಶಾಖವು ಬೇಕೋ ಅವುಗಳಿಗೆ ಶಾಖವನ್ನು ಒದಗಿಸಲು ಯುರೇನಿಯಂ ಪೈಲ್‌ನಿಂದ ಬರುವ ಬಿಸಿನೀರಿನ ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಪರಮಾಣು ಸಿಡಿತದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಶಕ್ತಿಯು ನೇರವಾಗಿ

ನೀರನ್ನು ಕಾಯಿಸಿ ಆವಿಯಾಗಿ ಮಾಡಲೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಯುರೇನಿಯಂ ಲೋಹದ ಗಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ರಂಧ್ರಮಾಡಿ ರಂಧ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಹರಿಸಿದರೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ (ಜಲಜನಕ) ಪರಮಾಣುಗಳು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಕಡಮೆ ಮಾಡು ವುವು. ಹೀಗೆ ವೇಗ ಕಡಮೆಯಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಇತರ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಿಡಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುವುವು. ಆಗ ಹೊರಸೂಸುವ ಶಕ್ತಿಯು ನೀರನ್ನು ಶಾಖಮಾಡಿ ಆವಿಯುಂ ಟಾಗಲು ಸಹಾಯಕವಾಗುವುದು. ನೀರಿನ ಆವಿಯಿಂದ ಯಾವ ಯಾವ ಯಂತ್ರಗಳು ಕೆಲಸಮಾಡುವುವೋ, ಆ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಈ ರೀತಿಯ ಉಪಕರಣವು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುವುದು.

ರೈಲ್‌ಗಾಡಿಗಳನ್ನು ಎಳೆಯುವ ಇಂಜನ್‌ಗಳು ಆವಿಯ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಕೆಲಸಮಾಡುವುವು. ಮೋಟಾರ್ ಗಾಡಿಗಳು ಅಂತ ರ್ದಾಹಕ ಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ಕೆಲಸಮಾಡುವುವು. ರೈಲ್‌ಗಾಡಿಯ ಇಂಜನ್ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಆವಿಯ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ನೀರನ್ನು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನಿಂದ ಕಾಯಿಸುವರು. ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯಿಂದಲೂ ನೀರನ್ನು ಕಾಯಿಸಿ ಆವಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಅಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಇಂಜಿನ್ನಿನ ನೀರಿನಹಂಡೆಯು ಅಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ರಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ಕಲ್ಲಿದ್ದಿಲನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿರುವ ಇಂಜಿನ್ ಭಾಗವೂ ಅಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿರಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನ ಬದಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವಾಗ ಇಂಜಿ ನ್ನಿನ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹಲಕೆಲವು ಯುಕ್ತವಾದ ಮಾರ್ಪಾಡು ಗಳನ್ನು ಮಾಡಬೇಕಾಗುವುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಇಂಜಿನ್‌ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುವು.

ಅಂತರ್ದಾಹಕ ಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ಮೋಟಾರ್ ಗಾಡಿಗಳು

ಓಡಾಡುತ್ತವೆ. ಈ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಪೆಟ್ರೋಲ್ ಎಣ್ಣೆ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಗಳ ಮಿಶ್ರಣವು ಉರಿದಾಗ ಉಂಟಾದ ಶಕ್ತಿಯು ಚಲನಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುವುದು. ಪೆಟ್ರೋಲ್ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಗಳ ಮಿಶ್ರಣದ ಬದಲು ಯುರೇನಿಯಂ ಅಥವಾ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಪರಮಾಣು ಸಿಡಿತದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೇಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂದು ಡಾ. ಎಲ್ಲಾಟ್ (Dr Yellott) ಎಂಬುವರು ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿರುವರು. ಇದು ಫಲಕಾರಿಯಾಗಲು ಇನ್ನೂ ಹಲವು ವರ್ಷಗಳಾಗಬಹುದು. ಇದು ಸಾಧ್ಯವಾದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಅಂತರ್ದಾಹಕ ಯಂತ್ರಗಳ ಶಕ್ತಿಯು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ.

(೩) ರಾಕೆಟ್. ಒಂದು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ಫೋಟಕ ಉಂಟಾದರೆ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯು ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಚೂರುಚೂರಾಗಿ ವೇಗವಾಗಿ ಒಡೆಯುವುದು. ಆದರೆ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಗೆ ಒಂದುಕಡೆ ಒಂದು ರಂಧ್ರವಿದ್ದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ರಂಧ್ರದ ಎದುರುಭಾಗದಮೇಲೆ ರಂಧ್ರವಿರುವ ಭಾಗಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕ ಒತ್ತಡವುಂಟಾಗಿ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯು ಒಡೆಯದೆ ವೇಗವಾಗಿ ಮುಂದೋಡುವುದು. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸತಕ್ಕ ಉಪಕರಣಗಳಿಗೆ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಕಳೆದ ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನಿದೇಶದವರು ವಿ–೨ ಎಂಬ ರಾಕೆಟನ್ನು ತಯಾರುಮಾಡಿ ಬಹಳವಾಗಿ ಬಳಸಿದರು. ವೇಗದಿಂದ ಬರುವ ರಾಕೆಟ್ ವಿನಾಶಕ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುವುದು. ವಿ–೨. ರಾಕೆಟ್ ವೇಗವು ೧ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧ ಮೈಲಿ ಆದರಲ್ಲಿ ಸಿಡಿಯುವ ವಸ್ತುಗಳು ನೈಟ್ರೋಗ್ಲಿಸರೀನ್ ಮುಂತಾದುವುಗಳು. ಪರಮಾಣು ಸಿಡಿತದಿಂದಲೂ ರಾಕೆಟ್ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹುದು. ಅಂತಹ ರಾಕೆಟ್ ೧ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೭ ಮೈಲಿದೂರ ಹೋಗಬಲ್ಲುದು. ಈ

ರೀತಿಯಾದ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಹಾರುವ ವಿಮಾನ ಗಳನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡಬಹುದು.

ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಜನಜೀವನದ ನಿತ್ಯ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಕಾಲವು ಕ್ರಮೇಣ ಬಂದರೂ ಈ ಕೂಡಲೇ ಅದು ಆಗುವ ಸಂಭವವಿಲ್ಲ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಮಗೆ ಬೇಕಾದ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಕಾರ್ಖಾನೆಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಗೆಡವಿ ಅದನ್ನು ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಶೇಖರಮಾಡಬೇಕು. ಹಾಗೆ ಶೇಖರವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಮ್ಮ ಕೆಲಸಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡಲು ವೆಚ್ಚವೂ ಅಗಾಧವಾಗುವುದು. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯು ವಿಸರ್ಜಿತವಾದಾಗ ಅಂತರಿಕ್ಷ ರಶ್ಮಿ ವಿಕ್ಷೇಪವೂ ಆಗುವುದು. ಪರಮಾಣುಗಳು ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿದಾಗ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡ ಪರಮಾಣುಗಳು ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯವಸ್ತುಗಳಾಗಿರುವುವು. ಈ ಪ್ರಭೆಗಳು ನಾನಾ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯನ ದೇಹಕ್ಕೆ ತೊಂದರೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ದೊರಕಿಸಿ ಕೊಡುವ ಯಂತ್ರಗಳ ಹತ್ತಿರ ಜನರು ಓಡಾಡುವುದು ಕ್ಷೇಮವಲ್ಲ ಆದಕ್ಕೋಸ್ಕರವಾಗಿ ಯಂತ್ರಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಯುಕ್ತವಾದ ರಕ್ಷಣ ಕವಚವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು.

ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯೇನೋ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯಲು ಅವಕಾಶವಿರುವುದು. ಆದರೆ ಅದನ್ನು ಬಳಸಲು ಅನುಕೂಲವಾದ ಸನ್ನಿವೇಶವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಯಂತ್ರಗಳೂ ಬಹಳ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಬೇಕಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಇದುವರೆಗೆ ಆಟಂ

ಬಾಂಬ್ ರೂಪದಲ್ಲಿ ವಿನಾಶಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವಂತೆ ಮಾಡದೆ ಶಾಂತಿ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸ ಪ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರಪಂಚದ ಪ್ರಮುಖರು ಉದ್ಯುಕ್ತರಾದರೆ ಅದರಿಂದ ಅಧಿಕ ಪ್ರಯೋಜನವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದೆಂದು ನಿಸ್ಸಂದೇಹವಾಗಿ ಹೇಳ ಬಹುದು.

(ಳ) ಆಟಂ ಬಾಂಬ್: ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯು ಇದುವರೆಗೂ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದು ಆಟಂ ಬಾಂಬ್ ರೂಪದಲ್ಲಿ. ಪರ ಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹ ಬಹುದೆಂದು ಮನವರಿಕೆಯಾದ ಕೂಡಲೇ ಆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ತತ್ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಎಲ್ಲಾ ದೇಶದವರೂ ಹವಣಿಸುತ್ತಿದ್ದುದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವೇ. ಕಳೆದ ಎರಡನೆಯ ಮಹಾಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಯಾವದೇಶವು ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹುವ ಬಾಂಬ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದುವುದೋ ಅದು ಜಯ ಪ್ರದವಾಗುವುದೆಂಬ ನಂಬಿಕೆಯು ಎಲ್ಲಾ ದೇಶದವರಿಗೂ ತಿಳಿ ದಿತ್ತು.

ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಮಿಲಿಟರಿ ಅಧಿಕಾರಿಗಳು ಮತ್ತು ಸಾವಿರಾರು ಮಂದಿ ಕುಶಲಕರ್ಮಿಗಳ ಸತತ ಪ್ರಯತ್ನದ ಫಲವಾಗಿ 1945ನೆ ಜುಲೈ 16ರಂದು ನ್ಯೂಮೆಕ್ಸಿಕೊ ಮರುಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕ ದೇಶ ಮೊದಲ ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬನ್ನು ಸ್ಫೋಟಿಸಿತು. ಆಗ ನಡು ಹಗಲಿನ ಸಾವಿರ ಸೂರ್ಯರು ಒಮ್ಮೆಗೇ ಪ್ರಕಾಶಗೊಂಡಂತೆ ಬೆಳಕು ಚೆಲ್ಲಿತು; ಪ್ರಳಯವನ್ನು ಸಾರುವ ಬರಸಿಡಿಲು ನಂತರ ಅಬ್ಬರಿಸಿತು. ಆಗಸ್ಟ್ 6ರಂದು ಯುರೇನಿಯಂ–235ರ ಪರ ಮಾಣು ಬಾಂಬು ಹಿರೋಷಿಮ ನಗರದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಸಿಡಿಯಿತು. ನಾಲ್ಕು ಚದರ ಮೈಲಿಗಳಿಗೆ ಮೀರಿದ ಪ್ರದೇಶ ಸುಟ್ಟು ಭಸ್ಮವಾ

ಯಿತು. 9ರಂದು ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ-239ರ ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬು ನಾಗಸಾಕಿಯ ಮೂರನೆ ಒಂದು ಭಾಗವನ್ನು ಆಹುತಿ ತೆಗೆದು ಕೊಂಡಿತು. ಇದರಿಂದ ದಿಕ್ಕುಗೆಟ್ಟ ಜಪಾನಿಯರು 10ರಂದು ಶರಣಾದರು. ಎರಡನೆ ಮಹಾಯುದ್ಧ ಕೊನೆಗೊಂಡಿತು. ರಷ್ಯ ಮತ್ತು ಅಮೆರಿಕಾದೇಶಗಳಿಗೆ ಆಗಾಗ್ಗ ರಾಜಕೀಯಭಿನ್ನಾಭಿಪ್ರಾಯವು ಬಲವಾಗಿ ಯುದ್ಧದ ಕಾರ್ಮೋಡಗಳು ಕಾಣುತ್ತಿರುವುವು. ಎರಡು ದೇಶಗಳವರೂ ಆಟಂಬಾಂಬ್‌ಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ಪರ್ಧಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಆಟಂಬಾಂಬ್‌ಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ವಿನಾಶಕಾರಿಯಾದ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಾಂಬುಗಳೂ ತಯಾರಾಗಿವೆ.

ಆಟಂಬಾಂಬ್ ಹೇಗೆ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿರಬಹುದೆಂದು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಊಹಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಆಟಂಬಾಂಬ್ ಸಿಡಿಯಲು ಕಾರಣ ಯುರೇನಿಯಂ-235 ಅಥವ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ-239ರ ವಿದಳನ. ಈ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಡೆದಾಗ ಶಕ್ತಿಯೊಂದಿಗೆ ಎರಡು ಅಥವಾ ಮೂರು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನಾದರು ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಸಲು ವ್ಯವಸ್ಥೆಮಾಡಿದರೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಖಂಡವಾಗಿ ಹೊರಗೆಡಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ ೧೪. ಆಟಂ ಬಾಂಬು ಹೀಗಿರಬಹುದೆ?

ಒಂದು ಯುರೇನಿಯಂ–235 ಅಥವ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ–239 ಗಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ. ವಿದಳನ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಮರುವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದರೆ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಗಟ್ಟಿಯಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ವಿದಳನಕ್ರಿಯೆ ಅಖಂಡವಾಗಿ ವೃದ್ಧಿಹೊಂದ ಬೇಕಾದರೆ ಒಂದು ವಿದಳನದಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯ ಪಕ್ಷ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಾದರು ಮರುವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಬೇಕು. ಹೀಗಾಗಲು ಇಂಧನದ ಗಟ್ಟಿಗೆ ಒಂದು ಕನಿಷ್ಠ ಗಾತ್ರ (Critical size)ವಿರಬೇಕು. ಗಟ್ಟಿಯ ಗಾತ್ರ ಈ ಕನಿಷ್ಠಗಾತ್ರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ವಿದಳನ ಸರಪಳಿ ತೀವ್ರ ಗತಿಯಿಂದ ಬೆಳೆದು ಗಟ್ಟಿ ಸ್ಫೋಟಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಅದು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದರೆ ವಿದಳನಕ್ರಿಯೆ ಸರಪಳಿಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವುದಿಲ್ಲ.

ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬಿನಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಠ ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಮೆಯಾದ ಎರಡು ಯುರೇನಿಯಂ ಅಥವಾ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಗಟ್ಟಿಗಳು ಇರುವುವು. ಬಾಂಬ್ ಸಿಡಿಯಬೇಕಾದಾಗ ಒಂದು ಗಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿರುವ ತೂತಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಗಟ್ಟಿಯು ಬೀಳಲ್ಪಟ್ಟು ಎರಡು ಗಟ್ಟಿಗಳೂ ಒಂದುಗೂಡಿ ಕನಿಷ್ಠ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಮೀರಿದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಭಯಂಕರವಾದ ಸ್ಫೋಟ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಬಾಂಬಿನ ವಿನಾಶಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಅದಕ್ಕೆ ಸ್ಟೈಯನ್‌ಲೆಸ್ ಕಬ್ಬಿಣದ ಹೊದಿಕೆಯನ್ನು ತೊಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ.

೫ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಾಂಬ್: ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಾಂಬ್ ಎಂಬುದು ಆಟಂಬಾಂಬಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವಿನಾಶಕಾರಿಯಾದುದು. ಅದು ಸಿಡಿದ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಸುಮಾರು ೪೦ ಮೈಲಿ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಕಟ್ಟಡಗಳಿಗೂ ಜನರಿಗೂ ಅಪಾಯವಿರುವುದು, ಹಗುರವಾದ

ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೇರಿ ಒಂದು ಬೇರೆ ಮೂಲಭೂತ ಪರಮಾಣುವಾಗುವಾಗ ಅಧಿಕಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಗೆಬರುವುದು. ಈ ತತ್ತ್ವದಮೇಲೆ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಾಂಬ್ ನಿರ್ಮಿಸಲು ಅವಕಾಶವಿರುವುದು. ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಧಿಸಲು ಅವುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯುಗಳ ವಿದ್ಯುದಂಶದ ವಿರೋಧವನ್ನು ಪ್ರತಿಭಟಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಪರಮಾಣುಗಳ ವೇಗಶಕ್ತಿಯು ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗಿದ್ದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇದು ಸಾಧ್ಯ. ಆದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳ ತಾಪದ ಮಟ್ಟವು ಅನೇಕ ಕೋಟಿ ಡಿಗ್ರಿಗಳಷ್ಟಿರಬೇಕು. ಅಂತಹ ತಾಪದ ಮಟ್ಟವು ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿಯೂ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿ ಹಗುರವಾದ ಮೂಲಭೂತ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೇರಿ ಭಾರವಾದ ಮೂಲಭೂತ ಪರಮಾಣುಗಳಾಗಲು ಅವಕಾಶವಿರುವುದು. ಮತ್ತು ಆ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಸೂಸುವುದು.

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಾಂಬಿನಲ್ಲಿ ೨ ಮತ್ತು ೩ ತೂಕಗಳುಳ್ಳ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ೨ತೂಕದ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಡ್ಯೂಟ್ರಿಯಂ ಎಂದು ಹೆಸರು. ೩ ತೂಕದ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಟ್ರಿಟಿಯಂ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅಧಿಕಾಂಶದ ತಾಪದ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಏರಿದಾಗ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಧಿಸಿ ಹೀಲಿಯಂ ಎಂಬ ಪರಮಾಣುಗಳಾಗುವುವು. ಮತ್ತು ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಗೆ ಬರುವುದು. ಅಧಿಕವಾದ ತಾಪದ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ಈ ಮಿಶ್ರಣದ ಮಧ್ಯೆ ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬ್ ಇರುವುದು. ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬ್ ಸಿಡಿದಾಗ ಅದರ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣದ ಮಟ್ಟವು ಅನೇಕ ಕೋಟಿ ಡಿಗ್ರಿಗಳಿಗೆ

ಏರುವುದು. ಆಗ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಂಧಿಸಿ ಹೀಲಿಯಂ ಆಗಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವುದು ಮತ್ತು ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅದ್ಭುತಾಕಾರದ ಶಕ್ತಿಯು ಅಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುದು.

ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಮಹಾಯುದ್ಧಗಳು ನಡೆದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಹೈಡ್ರೋಜನ್‌ಬಾಂಬ್ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ಸಂಭವವಿರುವುದು.

ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಂಧಿಸಿ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳಾದಾಗ ಬರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹತೋಟಿಗೆ ತರಲು ಆಗಿಲ್ಲ. ಕಾಲಾನುಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹುದು. ಆಗ ಈ ಅಗಾಧಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮಾನವನ ಕಲ್ಯಾಣಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಅಂತಹ ಸುದಿನವು ಬೇಗ ಬರಲಿ ಎಂದು ಹಾರೈಸುವುದು ನಮ್ಮೆಲ್ಲರ ಪವಿತ್ರ ಕರ್ತವ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ—ಮಾನವನ ಸೇವಕ

ಹಿಂದಿನ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಕೆಲವು ನಿದರ್ಶನಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬ್ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಾಂಬ್. ಇವುಗಳು ಕೇವಲ ವಿನಾಶಕಾರಕಗಳಾದ ಉಪಯೋಗಗಳು. ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟು ಅಗಾಧವೆಂಬುದು ವ್ಯಕ್ತವಾದರೂ, ಅದನ್ನು ಮಾನವನ ವಿಪತ್ತಿಗಾಗಿಯೇ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು ಎಂಬ ಭಾವನೆ ಉಂಟಾಗುವುದು ಸಹಜ. ಇದರಿಂದಲೇ ಈಗ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಹರಡಿರುವ ಭಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ ಜನಾಂಗಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಭಿನ್ನ ಭಾವಗಳೂ, ಶಂಕೆಗಳೂ, ವಿಶ್ವಸಂಸ್ಥೆಯ ಅಸಮರ್ಥತೆಯೂ ಮೂರನೇ ಘೋರಯುದ್ಧ ಭೀತಿಯನ್ನು ನಿವಾರಣೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯಮಾಡಿಲ್ಲ. ಪೂರ್ವ ಮತ್ತು ಪಶ್ಚಿಮ ಪ್ರಬಲ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳೂ ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಶೇಖರಣೆಮಾಡಿರುವ ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಜಲಜನಕದ ಬಾಂಬುಗಳ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹುತ್ತಿವೆ. ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಪ್ರಯೋಗಪೂರ್ವಕವಾಗಿ ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಬಾಂಬುಗಳ ಸಿಡಿತಗಳಿಂದ ಆಗಬಹುದಾದ ಅನರ್ಥಗಳನ್ನು ಚಿಂತಿಸಿ ಜನರು ತಲ್ಲಣಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಮತ್ತೊಂದು ಘೋರಯುದ್ಧವು ಸಂಭವಿಸಿದರೆ ಈಗಿನ ನಾಗರಿಕತೆಯು ಅಳಿಯುವುದು ಸ್ವತಃ ಸಿದ್ಧ.

ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯು ಈರೀತಿಯಾಗಿ ಅನಿಶ್ಚಿತವಾಗಿದ್ದರೂ, ಇತ್ತೀಚಿನ ಕೆಲವು ವರುಷಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಬಲರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ವಿಮರ್ಶೆಮಾಡಿದರೆ, ಆಶಾಕಿರಣವು ಮೂಡು

ವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೇವಲ ಶಾಂತಿಯುತವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಜನಜೀವನದಲ್ಲಿ ಭಾಗ್ಯ ಸಂಪತ್ತುಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಬಹಳ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆದಿವೆ. ಅಮೆರಿಕ ರಾಷ್ಟ್ರವೊಂದರಲ್ಲಿಯೇ ಈ ರೀತಿಯಾದ ಸದುಪಯೋಗಗಳಿಗಾಗಿ ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೧,೨೦೦ ಕೋಟಿ ಡಾಲರುಗಳು (ಸುಮಾರು ೬,೦೦೦ ಕೋಟಿ ರೂಪಾಯಿಗಳು) ಖರ್ಚಾಗುತ್ತಿವೆ. ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿಯೂ ಹೀಗೆಯೇ ಅತ್ಯಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹಣವನ್ನು ವೆಚ್ಚಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇದೊಂದು ಶುಭಸೂಚನೆ.

ಅಮೆರಿಕದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಮುಖ್ಯವಾದ ಪರಿಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರಗಳು ಓಕ್‌ರಿಡ್ಜ್, ಬ್ರೂಕ್‌ಹೇವನ್ ಮತ್ತು ಆರ್ಗಾನ್ ಈ ನಗರಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿತವಾಗಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಕುಲುಮೆ(Atomic Furnace)ಗಳು ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿವೆ. ಇವು ಹೊರಗಡೆ ನೋಡಲು ದೊಡ್ಡ ಘನ ಆಕಾರದ ಮೂರು-ಮಹಡಿಗಳ ಕಾನ್‌ಕ್ರೀಟ್ ಕಟ್ಟಡದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ—ಮಿಲ್ಲು ಗಿರಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಶಬ್ದವಾಗಲಿ, ಹೊಗೆಯಾಗಲಿ, ತಿರುಗುವ ಚಕ್ರಗಳಾಗಲಿ ಇಲ್ಲಿಲ್ಲ. ಬಿಳೀ ಉಡುಪುಗಳನ್ನು ಧರಿಸಿರುವ ಕೆಲಸಗಾರರು ತಮ್ಮ ಕೆಲಸಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಒದಗುವ ಅಪಾಯವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು ಬಹಳ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಕೊಳ್ಳಬೇಕು ಮತ್ತು ಇಲ್ಲಿ ನಡಸುವ ಕಾರ್ಯಗಳ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಹಲವಾರು ಮೈಲಿಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವುವು.

ಮನುಷ್ಯನ ಸುಖ ಶಾಂತಿಗಳಿಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಪರಮಾಣು

ರಿಯಾಕ್ಟರು (Atomic Pile or Reactor) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರ ಕುಲುಮೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಸ್ತುವು ಯುರೇನಿಯಂ ಅಥವಾ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ. ಇದರಲ್ಲಿಯೂ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವಿನ ಸಿಡಿತದಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯು ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ (Chain Reaction) ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಕಡಮೆಮಾಡಲು ಮಂದಕ (Moderators)ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಗ್ರಾಫೈಟ್ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳನ್ನೂ ಜೋಡಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಅಂತರಗಳಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸುತ್ತಾರೆ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಣಮಾಡಿ, ಬೇಕಾದಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿಡಲು ಬೋರಾನ್ ಸ್ಟೀಲ್‌ನ (Boron Steel) ಅಥವಾ ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ (Cadmium rods) ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೂ ಒಳಕ್ಕೂ ಗೊತ್ತಾದ ಉದ್ದಗಳಿಗೆ ತಳ್ಳುವುದರಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಣಮಾಡಲೂ, ಅದರಿಂದ ವಿಕ್ರಿಯೆಗಳ ವೇಗಗಳನ್ನು ಕಡಮೆಮಾಡಲೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದ ಮೇಲೆ, ಈ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ವೇಗಗಳನ್ನು ಕಡಮೆಮಾಡಿ ವಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನೂ ನಿಯಂತ್ರಣಮಾಡುವುದೇ ಮುಖ್ಯವಾದ ವಿಶೇಷ. ಇದರಿಂದಲೇ, ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒಂದೇ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ವ್ಯಯಮಾಡದೆ, ಗೊತ್ತಾದ ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಸಾಧಕವಾಗುತ್ತದೆ.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೋಟ್ಯಂತರ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಭೇದಿಸಲ್ಪಟ್ಟು, ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಶಾಖೋತ್ಪತ್ತಿಯೂ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಹೊರಡೂಡುವಿಕೆಯೂ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಶಾಖವೂ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ಇಂದಿನ ನವ

ಮಾಡಲು ರೇಡಿಯೋ ಅಯೋಡಿನ್ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ. ರೇಡಿಯೋ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಮನ್ನು ಮೂಳೆಗಳ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ರೇಡಿಯೋ ಕೋಬಾಲ್ಟ್ (Radio-Cobalt) ಬಹಳ ಉಪಯೋಗಕರವಾದ ವಸ್ತು. ಇದರಿಂದ ಹೊರಡುವ ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರಗಳು X—ಕಿರಣಗಳಿಗಿಂತ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದುವು—ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ X—ಕಿರಣ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ತಗಲುವ ಖರ್ಚಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ, ಇದನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು ಬಹಳ ಸುಲಭ ಮತ್ತು ಕಡಮೆ ಖರ್ಚು. ಕ್ಯಾನ್‌ಸರ್ ವ್ರಣವನ್ನು ಗೊತ್ತುಹಚ್ಚಿ ವಾಸಿಮಾಡಲು, ರೇಡಿಯಂಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಈಗ ಇವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ತಯಾರುಮಾಡುವುದೂ ಸುಲಭ ಖರ್ಚು ಕಡಮೆ. ಲೋಹಗಳ ಜೋಡಣೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಲೋಪದೋಷಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು, ರೇಡಿಯೋ ಕೋಬಾಲ್ಟ್ ಬಹಳ ಸಹಕಾರಿ. ರೇಡಿಯೋ ರಂಜಕ (Radio Phosphorus)ವನ್ನು ಕೆಂಪು ರಕ್ತಕಣಗಳ ಅಭಾವದಿಂದುಂಟಾಗುವ ಲ್ಯುಕೀಮಿಯ ಮುಂತಾದ ಜಾಡ್ಯಗಳಿಗೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಕೈಗಾರಿಕಾಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ರೇಡಿಯೋ ಐಸೊಟೋಪುಗಳ ಉಪಯೋಗವು ಬಹಳ ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ಯಾವುವೆಂದರೆ: (1) ಫಿಲ್ಮ್‌ಕಾಗದ, ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳ ಸಣ್ಣ ಪರೆಗಳ ದಪ್ಪವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. (2) ಮೋಟಾರ್ ಟೈರುಗಳು—ಇವುಗಳ ನಿರೋಧಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. (3) ಪೈಪುಗಳಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ಎಣ್ಣೆಯ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವುದು (4) ಆಹಾರ

ಪದಾರ್ಥಗಳೇ ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳು ಇರುವ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಪ್ಯಾಕೇಜ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ವ್ಯವಸಾಯಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ ಇವುಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು ಬಹಳ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿವೆ. ಗಿಡಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ, ಕೃತಕ ಗೊಬ್ಬರಗಳ ವಿಚಾರವಾದ ತಿಳಿವಳಿಕೆ, ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ದ್ಯುತಿವಿಶ್ಲೇಷಣ, ಇವೇ ಮುಂತಾದುವು ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯ ಉಪಯೋಗಕರವಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ, ಇಂಗಾಲ, ರೇಡಿಯೋ ಗಂಧಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಪರಮಾಣುಪೈಲ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಶಾಖವನ್ನು ನೀರಿಗೆ ಒದಗಿಸಿ ಅದನ್ನು ಹಬೆಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಅದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಟರ್ಬೀನ್ (Turbines)ಗಳನ್ನು ಸುತ್ತಿಸುವುದರಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಬಹುದು. ಈಗಾಗಲೇ ಈ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್ ಮತ್ತು ಅಮೇರಿಕಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ನಡೆದಿವೆ. ಇನ್ನು ಒಂದೆರಡು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ೬೦,೦೦೦ ಕಿಲೋವಾಟ್‌ಗಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ತಯಾರುಮಾಡುವ ನಿರೀಕ್ಷೆ ಇದೆ. ಕೆಲವೇ ವರುಷಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಪ್ರಮಾಣಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಈ ಶಕ್ತಿಯಿಂದಲೇ ನಾಟಿಲಸ್ ಮತ್ತು ಸೀವುಲ್ಫ್(Nautilus &Sea-wolf) ಎಂಬ ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿ ಯಂತ್ರಗಳು(Submarines)ತಯಾರಾಗಿವೆ. ಮೋಟಾರ್‌ಕಾರುಗಳನ್ನೂ, ಏರೋಪ್ಲೇನ್‌ಗಳನ್ನೂ ಸಹ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಡೆಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ. ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರದಿಂದ ಆಗುವ ಅಪಾಯ

ವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವುದು; ಇದನ್ನು ನಿರೋಧಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಂಕ್ರೀಟ್ ಅಥವಾ ಸೀಸದ ತಡೆಗಳಿರಬೇಕು. ಇವೇ ಮುಖ್ಯ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಾಗಿವೆ. ಇದರ ವಿಷಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಯೋಗಗಳು ನಡೆಯಬೇಕು.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಉಪಯೋಗಗಳಿಂದ ಒಂದು ಅಂಶ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮಾನವನ ನಿತ್ಯ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಉಪಯುಕ್ತ ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಬಹುದು. ವೈದ್ಯ ಮತ್ತು ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳಲ್ಲಿ ಇದರ ಉಪಯೋಗ ದೊಡ್ಡ ಕ್ರಾಂತಿಯನ್ನು ಎಬ್ಬಿಸಿದೆ. ಕೈಗಾರಿಕಾ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಯೂ, ವ್ಯವಸಾಯ ರಂಗದಲ್ಲಿಯೂ ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಶಾಂತಿಯುತವಾದ ಸನ್ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಅದನ್ನು ಕೇವಲ ವಿನಾಶಕರವಾದ ಬಾಂಬ್ ಮುಂತಾದ ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾದ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿಲ್ಲ.

ಪರಿಸಮಾಪ್ತಿ

ಇಂದು ಮಾನವನಿಗೂ, ನಾಗರಿಕತೆಗೂ ಒಂದು ಪರ್ವಕಾಲ ಒದಗಿದೆ. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮತ್ತು ಅದರಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಪ್ರಭಾವವೇ ಮಾನವನಿಗೆ ಸವಾಲನ್ನು ಹಾಕಿರುವಂತಿದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸನ್ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡರೆ, ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಗತಿಯೂ, ಸುಖ ಶಾಂತಿಗಳೂ ನೆಲೆಸುವುವು. ದುರ್ಬುದ್ಧಿಯಿಂದಲೂ, ದ್ವೇಷಾಸೂಯೆಗಳಿಂದಲೂ, ರಾಷ್ಟ್ರದಾಹ ದಿಂದಲೂ, ಉಪಯೋಗಿಸಿದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯು ನಾಗರಿಕತೆ ಯನ್ನೇ ಅಳಿಸುವಂಥ ಭೀಕರ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಾಳಿ, ಇಡೀ ಪ್ರಪಂಚದ ನಾಶಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು. ಮನುಷ್ಯನ ಬುದ್ಧಿಯು ಯಾವ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರವರ್ತಿಸುವುದೋ ಅದನ್ನೇ ನಾಗರಿಕತೆಯ ಭವಿಷ್ಯವು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಮನುಷ್ಯನು ನಾಗರಿಕನೆಂದು ಎನ್ನಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಅರ್ಹನಾಗ ಬೇಕಾದರೆ, ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ತನ್ನ ಸುಖ ಕ್ಕಾಗಿ ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು-ಹೀಗಾದರೆ—ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಶಾಂತಿಯು ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ನೆಲೆಸಿ ಯುದ್ಧ ಭೀತಿ ನಿವಾರಣೆ ಯಾಗುವುದು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೂ, ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಸದ್ಬುದ್ಧಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಮುಂದುವರಿದರೆ, ನಾವೆ ಲ್ಲರೂ ಹಾರೈಸುವ ವಿಶ್ವಶಾಂತಿಯ ಕನಸು ನೆನಸಾಗುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ.

ಪ್ರಸಾರಾಂಗ ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

1980

ಬೆಲೆ : 25 ಪೈಸೆಗಳು